

THESIS

GIESSEN

1967

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus Liebig-Universität Giessen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. L. Krüger

**Physiologische Untersuchungen
über den Einfluß einer einmaligen 24-stündigen
Wärmebelastung bei Deutschen Merinolandschafen**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Landwirtschaftlichen Fakultät der
Justus Liebig-Universität
Giessen

eingereicht von
Muhammad Ali Sakkal
aus Aleppo/Syrien

Giessen 1967

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR ROAD
PALO ALTO, CALIFORNIA

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus Liebig-Universität Giessen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. L. Krüger

**Physiologische Untersuchungen
über den Einfluß einer einmaligen 24-stündigen
Wärmebelastung bei Deutschen Merinolandschafen**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Landwirtschaftlichen Fakultät der
Justus Liebig-Universität
Giessen

eingereicht von
Muhammad Ali Sakkal
aus Aleppo/Syrien

Giessen 1967

Dekan: Prof. Dr. P. Meimberg

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h.c. L. Krüger

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Schäfer

Tag der mündlichen Prüfung: 3. August 1967

Inhaltsübersicht

1. Einleitung.....	1
2. Literatur.....	2
3. Grundlage der Arbeit.....	19
3.1 Das Versuchsmaterial und die Versuchsdurchführung....	19
3.2 Die Art und die Zeiten der untersuchten Meßgrößen....	20
3.3 Die Art und Methodik der Untersuchungen der folgenden Blutmeßwerte.....	20
3.31 Der pH-Wert und die spezifische Leitfähigkeit.....	21
3.32 Die Erythrozytenzahl, der Hämatokritwert und der Haemoglobingehalt.....	22
3.33 Der Blutzucker.....	22
3.34 Das Gesamteiweiß und die Eiweißfraktionen.....	22
4. Die Auswertung des Versuchsmaterials.....	24
5. Ergebnisse.....	25
5.1 Die Blutmeßwerte unter Normalbedingungen.....	25
5.2 Der Einfluß des Alters, der Außentemperatur und der Wolllänge auf die Blutwerte.....	26
5.21 Das Alter.....	26
5.22 Die Außentemperatur.....	28
5.23 Die Wolllänge.....	30
5.3 Der Einfluß des Alters, der Außentemperatur und der Wolllänge auf die Veränderungen der Blutwerte....	32
5.4 Die Blutwerte und deren Veränderungen in Abhängigkeit von Alter, Außentemperatur und Wolllänge.....	34
5.41 Der Einfluß des Alters und der Außentemperatur.....	34
5.42 Der Einfluß von Wolllänge und Außentemperatur.....	43
6. Die untersuchten Meßgrößen.....	49
6.1 Der Einfluß des Alters.....	49
6.2 Der Einfluß der Wollstpellänge.....	57
7. Der Einfluß der Wärmebelastung auf das Verhalten der Schafe.....	63
8. Diskussion.....	65
9. Zusammenfassung.....	71
10. Literaturverzeichnis.....	75

1. Einleitung:

Die Nachfrage des Auslandes nach deutschen Merinolandschafen besteht seit langer Zeit und tritt immer mehr in den Vordergrund. Dank ihrer vielseitigen Leistungen nimmt diese Schafrasse eine besondere Stellung unter den heimischen Rassen an.

Der starke Export deutscher Merinolandschafe in den letzten Jahren, insbesondere in Länder wärmerer Zonen hat veranlaßt, daß man heute Untersuchungen über die Reaktionen dieser Schafrasse auf Wärme, mit Berücksichtigung ihrer Wärme-Toleranz, besondere Aufmerksamkeit schenkt.

Die vorliegende Arbeit soll an Hand von experimentellen Untersuchungen bei Wärmebelastung die Frage klären:

Wie reagiert diese Rasse auf eine Wärmebelastung, die bei jedem normalen Transport nicht zu vermeiden ist, und inwieweit ist diese Schafrasse imstande, vorübergehenden Wärme-Stress zu überwinden, gegebenenfalls auch die Frage, ob diese Rasse in der Lage ist, in den Tropen ihre Existenz zu behaupten, so daß sie dort ohne Bedenken gezüchtet werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Veränderungen der Schafe untersucht werden, die in ihrem physiologischen Reaktionsvermögen bei Wärmebelastung auftreten. Dabei soll die Wärme-Toleranz dieser Rasse an Hand von Atemzugzahl, Herzschlagzahl, Rektaltemperatur und den physiologischen Messwert des Blutes bzw. des Serums, sowie an Hand von einigen Verhaltensstudien festgestellt werden.

Folgende Kriterien sollen bei der Wärmebelastung Beachtung finden:

1. Der Einfluß des Alters
2. der Einfluß der Außentemperatur
3. der Einfluß der Wollstapellänge
4. der Einfluß der Wärmebelastung auf das Verhalten der Tiere.

2. Literatur:

KOCH (1933), STAFFE (1948), PRECHT und Mitarbeiter (1955) halten die Temperatur für den wichtigsten Klimafaktor. Je nach Klimazonen, Jahreszeiten und Witterung ist die Außentemperatur in ihrer Wärmeintensität verschieden. Das Haustier braucht die Wärme zum Leben, zum Wachstum und zur Leistung und reagiert auf jede Abweichung von der Neutraltemperatur. Jede Tierart, und selbst jedes Tier innerhalb einer Rasse verhält sich gegen sie unterschiedlich. Die Umwelttemperatur spielt für die Leistungen der Haustiere eine bedeutende Rolle, DONEY (1963). Besonders intensiv beschäftigten sich MOTHES (1955) und STEPHAN (1965) mit Problemen der Temperatur.

Das Haustier verträgt sie, soweit sie nicht höher als im Optimum auftritt und eine bestimmte biologische Mittellage im Tierkörper herrscht; HAHN zit. nach PRECHT (1955). Die Haustiere als Warmblüter verfügen über wärmeregulierende Einrichtungen, welche auch bei wechselnden Umwelttemperaturen eine konstante Körpertemperatur garantieren. Jede Veränderung der Umwelttemperatur, die zu einer Verschiebung der physiologischen Vorgänge im Tierkörper führt, läßt das Tier darauf reagieren. Die erste Erscheinung dabei ist die Änderung der Körpertemperatur, die mit verschiedenen inneren biologischen Vorgängen verbunden ist (BUTTNER (1938), ALEXANDER (1958), SYMINGTON (1960) und DONEY (1963)).

Bei jedem Anstieg der Umwelttemperatur bis zum "Optimum" lassen sich bei den Haustieren günstige Wirkungen erzielen. MURR (1933) stellte in seinen Untersuchungen fest, daß bei Steigerung der Umwelttemperatur bis auf Blutwärme eine lebhafte geschlechtliche Tätigkeit und eine frühere Geschlechtsreife einsetzen. Auch KOCH (1933) und LÖWE (1938) behaupteten, daß der Einfluß der

in mäßigen Grenzen liegenden Erhöhung der Außentemperatur auf die Keimzelle günstig wirkt und bei wachsenden Tieren die Fruchtbarkeit fördert.

VAN GELDER (1927) und WHITLOCK (1963) lassen in ihren Untersuchungen erkennen, daß die Temperatur für die Gesunderhaltung der Tiere von größter Bedeutung ist. KRÜGER (1965) sieht in ihrer günstigen Gestaltung eine Bedingung für besonders gute Aufzuchtergebnisse.

STEPHAN (1965) stellte einen Einfluß der Temperatur auf das normale Blutbild fest. HOGREVE (1965) fand einen guten Einfluß auf die Konstitution der Haustiere. THOMAS (1965) konnte nachweisen, daß durch gut geregelte Umgebungstemperatur bessere Futterverwertung erzielt werden kann.

Nach dem Vorbild der Humanmedizin ist man auch in der Tierzucht dazu übergegangen, für die Beurteilung der einzelnen Leistungen und Eigenschaften eines Tieres die experimentellen Blutuntersuchungen heranzuziehen, denn es kann ohne weiteres der Zustand eines Tieres nach seinem Blutbild beurteilt werden. So haben in der Regel gesunde und leistungsfähige Tiere ein normales Blutbild KLEEBERG (1927), WHITLOCK (1963) und STEPHAN (1965).

Im Schrifttum findet man verschiedene Meinungen über die Ursache der Veränderungen des Blutes. ABDERHALDEN (1902), VAN GELDER (1927), GEIGY (1960) stellten fest, daß die Veränderungen des Blutes durch die Höhenlage bedingt sind. OERUM (1906) und VAN GELDER (1927) machten in ihren Untersuchungen auch das Licht dafür verantwortlich; KLEEBERG (1927), GOETZE (1929), HEINMÜLLER (1930) und WHITLOCK (1963) sahen in der Haltung und Fütterung der Tiere den Hauptgrund.

Durch zahlreiche Untersuchungen von REINE, NÄGLI nach GROBER (1919) an Menschen, GROBER (1919) an Kaninchen und Schweinen, RAFSKI, NÖCKER und Mitarbeiter nach RIVA (1957) an Menschen und FINDLAY (1957) an Schafen konnte festgestellt werden, daß die Veränderungen der Blutzusammensetzung durch den Temperatureinfluß zustande kommen. Neben der Veränderung des Blutes bei höheren Temperaturen konnte gleichzeitig durch zahlreiche Beobachtungen und Untersuchungen festgestellt werden, daß auch die Atmung, die Herztätigkeit und die Körpertemperatur sich mehr oder weniger verändern können. HAFEZ (1956), SYMINGTON (1960) und QUARTMAIN (1964) haben alle einstimmig festgestellt, daß die Zahl der Atemzüge pro Minute von der Umgebungstemperatur abhängig ist und mit steigender Umgebungstemperatur zunimmt. Auch BLIGH (1959) beobachtete, daß bei sinkender Umgebungstemperatur die Atemzüge parallel dazu laufen.

SCHLEY (1965) berichtete nach PADUCAVA: Die Steigerungen der Atemzüge sind bei hohen Temperaturen groß. Es wurden im Gebiet Cherson (Sowjetunion) an Karakulschafen bei $+3^{\circ}\text{C}$ durchschnittlich 20 Atemzüge pro Minute gezählt. Bei Lufttemperaturen von $+30^{\circ}\text{C}$ erhöhte sich die Zahl der Atemzüge auf 103. Einzelne Tiere machten sogar 200 und mehr Atemzüge pro Minute. Bei hohen Lufttemperaturen bleibt die Herztätigkeit im großen und ganzen fast unverändert.

HUTCHINSON und WODZICKA (1961), GARKAVI und SEMENTOVSKAJA zitiert nach SCHLEY (1965) stellten alle lediglich bei niedrigen Temperaturen eine erhöhte Herztätigkeit fest. QUARTMAIN (1964) machte folgende Feststellung bei hoher Lufttemperatur: Wenn die Schafe voll im Sonnenschein stehen, dann zeigen sie eine

Tendenz zur Erhöhung ihrer Körpertemperatur und Atemfrequenz. BLIGH (1959) äußerte sich in gleicher Weise: Es wurden bei Schafen höhere Rektaltemperaturen festgestellt, sobald die Umgebungstemperatur anstieg.

Die Reaktion der Schafe auf die Umgebungstemperatur in Bezug auf ihre Leistungen hat in den letzten Jahren das Interesse vieler Züchter wecken können. Es wurden bereits einige Untersuchungen auf diesem Gebiet gemacht, die Anhaltspunkte über die Reaktionen der Schafe bei hoher Umgebungstemperatur geben. Jedes Tier besitzt eine spezifische Neutraltemperatur, in der es sich nicht belastet fühlt. Hier nehmen sowohl die Wärmebildung (chemische Wärmeregulation) als auch die Wärmeverluste (physikalische Wärmeregulation) die geringsten Werte an. Ein Unterschreiten wie auch ein Überschreiten dieser Neutraltemperatur haben zusätzliche Anstrengungen des Organismus und erhöhte Wärmebildung zur Folge. Die Neutraltemperatur ist bei jeder Tierart und selbst bei den einzelnen Tieren innerhalb einer Rasse verschieden. Sie wird beeinflusst von verschiedenen Faktoren wie Herkunft, Rassenzugehörigkeit, Konstitution, Haarkleidausbildung, Hautdicke, Hautpigmentierung, Fetteinlagerung, Gewicht, Alter u. a., zitiert von SCHLEY (1965) nach JURGENSON. So beträgt die Neutraltemperatur z. B. nach SCHOLANDER und Mitarbeiter (1950) bei dem Polarhund und bei dem Polar-Weißfuchs -30° C. Bei geschorenen Schafen in den gemäßigten Zonen beträgt sie bei normalem Fütterungszustand $+33^{\circ}$ C und in unterernährtem Zustand $+39^{\circ}$ bis $+40^{\circ}$ C GRAHAM und Mitarbeiter (1959). In den Tropen fanden SCHOLANDER und Mitarbeiter (1950) in ihren Untersuchungen niedrigere Neutraltemperaturwerte als GRAHAM und Mitarbeiter (1959) unter den gleichen Fütterungsverhältnissen.

Bei guten Ernährungszustand waren die Neutraltemperaturwerte sowohl in den gemäßigten Zonen als auch in den Tropen für die geschorenen Schafe nach SCHOLANDER und Mitarbeiter (1950) und GRAHAM und Mitarbeiter (1959) gleich: sie betrugen $+24^{\circ}$ C bis $+27^{\circ}$ C.

Im Jahre 1950 untersuchten SCHOLANDER und Mitarbeiter, inwieweit diese Neutraltemperatur bei Schafen durch verschiedene Wollstapellänge beeinflusst wird. Sie konnten an Hand ihrer Untersuchungen feststellen, daß die Neutraltemperatur durch die Wolle stark beeinflusbar ist. Sie fanden ihre Werte in Höhe von $+13^{\circ}\text{C}$ bei Schafen mit einer Wollstapellänge von 2,5 cm und $-0,3^{\circ}\text{C}$ bei Schafen mit 12 cm Wollstapellänge.

Es ist auch verständlich, daß die Neutraltemperatur eines in Island lebenden Schafes ganz anders ist als die eines in Syrien oder in Deutschland lebenden Schafes, SCHAFER (1966).

Neben der Neutraltemperatur ist für den Tierzüchter auch die Optimaltemperatur von größter Bedeutung, in welcher die Tiere sich behaglich fühlen und bei relativ geringstem Futterverbrauch die höchsten Leistungen an Zuwachs, Milch, Wolle, Eiern oder Arbeitsleistung erbringen, KRUGER und STEPHAN (1960).

Sind nun Umgebungstemperatur-Schwankungen aufgetreten, so reagieren die Tiere mehr oder weniger verschieden darauf; Der Tierkörper paßt sich durch gewisse Veränderungen der neuen Umgebungstemperatur an. Die größten Veränderungen erfahren der Stoffwechsel, das Herz-kreislaufsystem und der Atmungsapparat.

Weiterhin sind aber auch zahlreiche Organe und Organsysteme des Körpers z. B. der Drüsenapparat und das Nervensystem beteiligt BOHLAU (1955) und BLIGH (1959). In den meisten Fällen machen sich die Schwankungen der Umgebungstemperatur und das Überschreiten der Optimaltemperatur durch eine verstärkte Durchblutung und eine erhöhte Körpertemperatur bemerkbar, BÜTTNER (1938), BLAXTER und Mitarbeiter (1959) und HUTCHINSON und WODZICKA (1961) nach BAZETT. Ganz deutlich kommen Temperatur-Schwankungen durch Änderung der Atemfrequenz zum Ausdruck, SYMINGTON (1960), BLIGH (1963) und SCHLEY (1965).

Eine Änderung der Herzfrequenz tritt erst bei starkem Stress ein, KRUGER und STEPHAN (1960).

Neben dem Schweissausbruch im Tierkörper läßt der Wärme-Stress noch eine ganze Reihe von Erscheinungen an den Tieren auftreten. So berichten KRÜGER und STEPHAN (1960) über den Einfluß höherer Lufttemperaturen: "Die Atmung wird bei Wärmebelastung flach und unregelmäßig, das Wohlbefinden und die Leistungen der Tiere werden vermindert, und das Fortpflanzungsvermögen bei männlichen Tieren verschlechtert. Bei den weiblichen Tieren entstehen ungünstige Verhältnisse in Vagina und Uterus, ohne aber die Brunst zu beeinträchtigen YEATES (1958).

LEE (1950) und HUTCHINSON (1961) fanden bei Schafen, die höherer Lufttemperatur ausgesetzt waren, daß die Atemluftmenge von 4 l/Min. auf 49 l/Min. anstieg, wenn sich die Atemfrequenz auf 350/Min. und die Körpertemperatur auf $+40,5^{\circ}$ C erhöhten. Bei noch höher steigender Körpertemperatur auf $+41,0^{\circ}$ bis $+42,0^{\circ}$ C war die Atmung sehr angestrengt; die Tiere atmeten schnarchend und tiefer und ließen ihre Atemzüge auf 200/Min. abfallen. FINDLEY (1957) fand bei Kälbern ähnliches. SCHLEY (1965) berichtet über den Einfluß hoher Lufttemperaturen auf Schafe nach ROSLJAKOV folgendes: Bei einem Anstieg der Umgebungstemperatur auf $+30^{\circ}$ C wird vom Schaf wenig Futter aufgenommen, das Wiederkäuen setzt aus und Körperbewegungen werden eingeschränkt; die auffälligste Reaktion des Schaforganismus gegenüber hohen Temperaturen ist die Beschleunigung der Atmung.

Nicht jedes Schaf ist in der Lage, seinen Körper gleichschnell auf die hohe Umgebungstemperatur einzustellen, denn die dadurch entstehende Störung an zahlreichen Teilen des Körpers rufen nicht immer die gleichen Reaktionen bei den einzelnen Schafen hervor. Jedes Tier zeigt aber mehr oder weniger die gleichen Wärmereaktionen wie z. B. Erweiterung der Oberflächenblutgefäße, Verringerung der Blutkonzentration, wachsende respiratorische Aktivität und Schwitzen, LEE (1950). Das Tier muß sich mit der hohen Umgebungstemperatur abfinden und der gestörte Wärmehaushalt muß wieder hergestellt werden. Es kommt dann zur Wärmeabgabe durch Ausstrahlung, Leitung und Konvektion

BÜTTNER (1938). Eine bedeutende Rolle beim guten Überstehen der hohen Umgebungstemperaturen spielen hier neben den anderen Klimafaktoren wie Luftfeuchtigkeit, Windbewegung und -qualität, die Abstrahlungsmöglichkeiten, die Herkunft, die Rassenzugehörigkeit, die Körperkonstitution und andere Faktoren, die im Tierkörper selbst vorhanden sind, so wie der augenblickliche Zustand der Tiere, Geschlecht, Alter, Wolllänge, Wollbeschaffenheit und Gewicht.

Schon unter normalen Wärmeverhältnissen wurden Unterschiede zwischen den einzelnen Schafen festgestellt. KLEEBERG (1927) fand eine gewisse Beziehung zwischen der Blutzusammensetzung und dem Geschlecht. Seine Untersuchungen zeigten eindeutig, daß die Blutausrüstung (was Haemoglobingehalt und Erythrozytenzahl betrifft) der männlichen Tiere den weiblichen überlegen ist. Der Autor konnte durch umfangreiche Untersuchungen auch feststellen, daß Alter und Trächtigkeit einen Einfluß auf das Blut haben. Die jüngsten Schafe waren mit zahlreichen haemoglobinarmen Erythrozyten versehen. Mit zunehmendem Alter ergab sich das gegensätzliche Bild; nämlich ein Absinken der Erythrozytenzahl und ein Anstieg im Haemoglobingehalt. Infolge des Alters und auch der Trächtigkeit tritt eine Verminderung der Qualität der Blutzusammensetzung ein. Hier sinken die Erythrozytenzahl, der Haemoglobingehalt und der Haematokritgehalt.

VAN GELDER (1927) fand in seinen Untersuchungen ähnliche Verhältnisse, GERHARTZ (1938) berichtet über die Schwankungen folgendes: Bei Schwangerschaft werden in der Regel auch bei gesunden Frauen die Blutmenge und das Minutenvolumen vergrößert und die Blutviscosität vermindert. Die Arbeitsleistung des Herzens steigt und die Herzfrequenz wird vermindert.

Hinsichtlich des Lebendgewichtes konnte KLEEBERG (1927) keine Beziehung zum Blutbild feststellen.

MEYERS Untersuchungen (1963) ergaben an Hand von 983 erwachsenen Schafen unter normalen Verhältnissen einen durchschnittlichen Haematokritgehalt von 34,44 %. Er stellte fest, daß der Haematokritwert neben den verschiedenen anderen Faktoren wie Haemoglobin-Typ, väterliche Abstammung, Zwillings- und Einlingstiere usw. auch vom Alter bestimmt ist. MEYER fügte hinzu, daß mit zunehmendem Alter ein kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen ist, der jedoch statistisch nicht gesichert werden konnte.

ALBRITTON (1952) gibt für das Schafblut unter normalen Verhältnissen folgende Werte an:

Haematokritgehalt: 32,34 % (22-40 %),

Haemoglobingehalt: 11,00 und 12,60 gr/100 ml (10,00-15,50 gr/100 ml)

Erythrozytenzahl: 11,60 mill/mm³.

GEIGY (1960) macht den Haematokritwert von Zahl, Form und Größe der Erythrozyten abhängig.

Nach Untersuchungen von BOGUTH (1953) besteht Schafserumeiweiß bei 8,0 gr/100 ml aus: 42,0 % Albumin und 58,0 % Globuline. GEINITZ (1954) fand an Schafserumeiweiß bei 5,5 gr/100 ml 53,2 % Albumin und 46,8 % Globuline. Beide Autoren geben die Eiweißfraktionen folgendermaßen an:

Ges.-Eiweiß: Albumin: Globuline:

8,0 gr	42,0 %	α -Glob.	18,0%	β -Glob.	9,4%	γ -Glob.	30,6%
5,5 gr	53,2 %	α -Glob.	21,1%	β -Glob.	16,3 %	γ -Glob.	9,4%

RIVA (1957) fand in seinen Untersuchungen eine Verminderung des Gesamteiweißes bei schwangeren Frauen und zwar am Anfang wenig und am Ende der Schwangerschaft mehr. Er zitierte nach RAFSKY und Mitarbeiter und nach NOCKER folgendes: Mit steigendem Alter ist eine Gesamteiweiß-Abnahme bei gesunden Menschen vorhanden. Bei jüngeren Menschen ist die relative Albuminmenge stets höher und nimmt mit fortschreitendem Alter zu Gunsten der Globulinmenge ab.

Bei schweren Erkrankungen fällt der Albumin/Globulin-Quotient, je nach der Ausbreitung der Krankheit ab. Nimmt das Krankheitsbild an Schwere zu, so steigt die relative und absolute Konzentration der α - und der γ -Globuline, RIVA (1957) zitiert nach LOCHER. GEIGY (1960) äußerte sich auch ähnlich: Die Albumine sind in der Regel bei Erkrankungen vermindert und die α -, β - und γ -Globuline vermehrt. Von allen drei Fraktionen der Globuline ist die der γ -Globuline am meisten erhöht.

Als Träger der Antikörper bei Infektionskrankheiten spielt sie für die Auslösung der Immunisierungsprozesse eine sehr wichtige Rolle. Dieser γ -Globulin-Wert war auch bei schwangeren Müttern niedriger, dagegen bei ihren Neugeborenen höher. Die Albuminabnahme und Globulinzunahme während der Erkrankung wurde auch während der Schwangerschaft und des Stresses festgestellt.

Der Gesamteiweißgehalt ist bei Salzverlusten infolge von Erkrankungen höher, dagegen bei Nierenkrankheiten, Operationen und Unterernährung niedriger. Bei der Unterernährung liegt hauptsächlich der Albumingehalt tiefer.

Inwieweit sich die einzelnen Klimafaktoren auf die derzeitigen Eigenschaften und die Konstitution der Schafe auswirken können, interessiert viele Züchter und Experten der Tierzucht; denn es bestehen zwischen den einzelnen Klimafaktoren und den Eigenschaften der Schafe enge Beziehungen.

So ist z. B. die Luftfeuchtigkeit für das Wohlbefinden und die Leistung der Schafe sehr wichtig. Ihr Abfall wirkt günstig bei den meisten Tieren, dagegen macht sich ihr Anstieg negativ bemerkbar und bereitet vielen Tieren Unannehmlichkeiten oder Beschwerden.

RIEK und Mitarbeiter (1950) haben an weiblichen und männlichen Merinoschafen den Einfluß der Luftfeuchtigkeit bei höheren Temperaturen untersucht. Sie registrierten an den Tieren in einer Umgebungstemperatur von $+40^{\circ}\text{C}$ und einer Luftfeuchtigkeit von 53 % eine Erhöhung der Körpertemperatur von $0,3^{\circ}\text{C}$. Nach Erhöhen der Luftfeuchtigkeit auf 74 % konnten die Autoren nach 7-stündiger Versuchsdauer einen

weiteren Anstieg der Körpertemperatur bis $1,4^{\circ}$ C feststellen. Einige der Untersuchungstiere mußten infolge der Belastung vorzeitig aus dem Versuch genommen werden.

Bei hoher Umgebungstemperatur wirkt sich mäßige Luftbewegung (Wind) äußerst günstig aus. Ihre abkühlende Wirkung auf die transpirierende Tierhaut läßt bei den Schafen die Atemfrequenz und Körpertemperatur absinken.

Auch die Luftqualität spielt bei hoher Umgebungstemperatur eine bedeutende Rolle. Sehr günstig wirkt stets ein Überschuß an Luftsauerstoff. KRÜGER und STEPHAN (1960) berichten folgendes; Bei extremer Hitze unter Sauerstoffmangel besteht schon allein durch die Dämpfung der physikalischen Regulationsmöglichkeiten eine erhöhte Gefahr des Kreislaufversagens.

Über die Bedeutung der Abstrahlungsmöglichkeiten der Tiere, wie Ausstrahlung, Leitung und Konvektion berichten KRÜGER und STEPHAN (1960), daß eine Lufttemperatur von $+32,5^{\circ}$ C im Stall für Kühe einen ausgesprochenen Stress darstellt, während die gleiche Temperatur im Freien meistens gut vertragen wird.

Zwischen verschiedenen Rassengruppen und auch selbst zwischen den einzelnen Tieren innerhalb einer Rasse sind unter gleich hohen Temperaturen unterschiedliche Reaktionstypen festzustellen. So zeigen z. B. die Merinoschafe eine größere Hitzetoleranz als die einheimischen Rassen Rhodesiens, SYMINGTON (1960). Der Autor begründet seine Aussage dadurch, daß die gefundenen Körpertemperaturen bei Merinos um 6^{30} Uhr höher lagen, ihr Anstieg im Laufe des Tages aber kleiner als bei den anderen beiden Rassen war.

HAFEZ (1956) fand in seinen Untersuchungen bei hohen Außentemperaturen an zwei ägyptischen Fettschwanz-Schaffrassen, daß die Körpertemperatur und die Atemfrequenz bei der Ausimi-Rasse wesentlich niedriger waren als bei der Rahmani-Rasse. Auch das Karakulschaf atmet z. B. im Gegensatz zu den anderen Fettschwanz-Schafen bei hohen Temperaturen wesentlich leichter.

In einer Gegend mit $+35^{\circ}$ bis $+40^{\circ}$ C in der Sowjetunion stieg das Minutenvolumen bei Karakulschafen nur auf 28,2 l, dagegen bei Fettschwanz-Schafen auf 40,3 l. SCHLEY (1965) zitiert nach VASILEV folgendes: Während zwei Böcke der Rasse Romneg-Marsh bei $+31^{\circ}$ C 98 Atemzüge ausführten, wurden bei Cerkassischen Landschaften nur 37 beobachtet. Er stellt weiterhin fest, daß Schafe Mittelasiens eine größere Anzahl von Schweißdrüsen als europäische Rassen haben.

Die Untersuchungen von BOSMAN (1948) haben ergeben, daß die Körpertemperatur der Merinoschafe unter natürlichen Verhältnissen Südafrikas (23° C bis 37° C) wesentlich niedriger lag, als die der Dorset-Horn- und Border-Leicester-Schafe.

MILLER und MONGE (1946) untersuchten im Sommer bei Tennessee ($25,5^{\circ}$ C bis $35,0^{\circ}$ C und 75 % bis 100 % rel. Luftfeuchtigkeit) die Erträglichkeit der hohen Temperaturen bei verschiedenen Schafrassen in Bezug auf ihre Körpertemperatur, Atemfrequenz und Gewichtszunahme. Die Ergebnisse ließen deutlich erkennen, daß die Merinos viel anpassungsfähiger waren als die beiden anderen untersuchten Schafrassen, nämlich die Southdowns und die Hampshires. Die Autoren führen die bessere Klima-Verträglichkeit der Merinos auf deren Herkunftsort zurück.

SCHLEY (1965) zitiert nach GUBAJDULLINA, daß Karakulschafe schwacher Konstitution höhere Atemfrequenzen aufwiesen und einen höheren Sauerstoffverbrauch hatten.

Da jedes Tier, wie schon eingangs ausführlich erwähnt wurde, eine spezifische Neutraltemperatur- und Leistungszone besitzt, so interessiert uns die Frage nach dem Einfluß von Herkunft und Stammort der Schafe auf die Reaktion gegenüber hohen Temperaturen. So sind z. B. in der Regel Tiere wärmerer Gegenden wärmetoleranter als die der gemäßigten Zonen. Dies soll aber nicht heißen, daß die letzteren zu dieser Anpassung an hohe Temperaturen nicht auch imstande wären.

MACFARLANE und Mitarbeiter (1958) untersuchten die von Neu England (N.S.W., kalte Zone) nach Julia Creek und Queensland (Semi-arid-Zone) exportierten Merinoschafe und stellten fest, daß diese Schafe innerhalb kurzer Zeit die gleichen Wärmereaktionen wie die einheimischen Merinos aufwiesen und beide darin nicht mehr zu unterscheiden waren.

SCHLEY (1965) berichtet nach SAFANOV: Nach mehrjähriger Haltung von Merinos unter Wüstenbedingungen waren Anzeichen einer Akklimatisation festzustellen. Nicht nur in der Atemtätigkeit, Pulsfrequenz und Körpertemperatur ergaben sich einschneidende Änderungen, sondern auch in dem Minutenvolumen, dem Sauerstoff-Verbrauch und der Wärmeproduktion.

Inwieweit sich der Zustand der Tiere bei der Reaktion auf hohe Lufttemperatur verändert, darüber sind in den letzten Jahren viele interessante Ergebnisse veröffentlicht worden.

SYMINGTON (1960) stellte bei seinen Untersuchungen mehrfach fest, daß die säugenden Mutterschafe eine höhere Körpertemperatur aufwiesen als die nicht laktierenden, und daß die tragenden Mutterschafe mit ihren Körpertemperaturwerten unter denen der nichttragenden lagen. Dagegen brachten die Untersuchungen von HAFEZ und Mitarbeiter (1956) keinen Unterschied der Körpertemperatur zwischen tragenden und nichttragenden ägyptischen Mutterschafen.

HUTCHINSON (1961) erwähnte nach PODUCEVA und Mitarbeiter, daß bei trächtigen Schafen die Atemtätigkeit bei niederen Temperaturen höher anstieg, als bei nichtträchtigen Tieren.

Neben dem biologischen Zustand der Schafe ist auch deren Fütterungszustand für die Verträglichkeit von hohen Temperaturen von Bedeutung. QUARTMAIN (1964) stellte fest, daß die Schafrassen der Tropen ohne Schaden die Hitze ertragen können, wenn sie über reichliches Futter verfügen. ROBINSON und LEE (1947) und RIEK und Mitarbeiter (1950)

unternahmen Versuche zur Klärung der Frage: Inwiefern beeinflussen die verschiedenen Fütterungsnormen die Reaktion der Schafe auf hohe Temperaturen? Sie führten alle zu dem Ergebnis, daß sowohl ein Zuviel als auch ein Zuwenig an Futter sich schlecht auswirkt.

Die Frage, was für einen Einfluß die verschiedenen Trinkwasser-Temperaturen bei hohen Außentemperaturen auf die Schafe haben, untersuchten SLEN und BAILEY (1962) und stellten fest, daß bei Trinkwasser mit einer Temperatur von $+10,0^{\circ}\text{C}$ die Rektaltemperatur $+39,0^{\circ}\text{C}$ betrug. Stieg die Trinkwassertemperatur auf $+30,0^{\circ}\text{C}$ an, so wurde bei der Rektaltemperatur ein Abfall von $0,3^{\circ}\text{C}$ gemessen.

SCHLEY (1965) berichtet nach "Ebenda" folgendes: Unmittelbar nach Aufnahme kühlen Trinkwassers von $+18,0^{\circ}\text{C}$ begannen sich bei Priaralschafen (Sowjetunion) zu beobachtende Kennzeichen einer bestehenden Hyperthermie abzuschwächen. Im Verlaufe von 15 Minuten bewirkte die Abkühlung eine weit unter den Ausgangswerten liegende Atemfrequenz. Die kühlende Wirkung des Trankwassers ließ sich noch nach zwei Stunden nachweisen. Auf $+34^{\circ}\text{C}$ erwärmtes Wasser vermochte nichts zu ändern.

Auch das Geschlecht ist bei der Beurteilung der Atemfrequenz zu berücksichtigen. So fanden HAFEZ und Mitarbeiter (1956), daß die Körpertemperatur und die Atemfrequenz bei männlichen Schafen höher liegen als bei weiblichen. Als Versuchsmaterial standen ihnen ägyptische Schafrassen zur Verfügung.

Wie aus der Literatur zu ersehen ist, sind alle oben angeführten Faktoren mit Alter, Wollänge und Gewicht der Schafe ganz eng verbunden. Oft bleiben jene Faktoren bei extrem hohen Lufttemperaturen ohne Wirkung auf die Rektaltemperatur, wenn die Schafe sich in einem günstigen Zustand in Bezug auf Alter, Wollänge und Gewicht befinden.

Viele Forscher haben daher die Reaktionen der Schafe bei hohen Lufttemperaturen mit besonderer Berücksichtigung dieser drei wichtigen Faktoren beobachtet und näher untersucht.

LÖWE (1938) bestätigte, daß jugendliche Tiere erfahrungsgemäß den Klimawechsel besser überstehen können als alte.

SYMINGTON (1960) stellte bei alten Merinos niedrigere Körpertemperaturen fest als bei jüngeren, wenn die Tiere höheren Lufttemperaturen ausgesetzt waren.

MACFARLANE (1956) konnte an Merinolämmern durch mehrfache wiederholte 7-stündige Klimakammer-Belastung feststellen, daß schon im ersten Jahr eine Gewöhnung dieser Lämmer an die hohen Temperaturen vorhanden war. MOULE (1954) hat beobachtet, daß es in einer heißen Gegend von $+31^{\circ}\text{C}$ für die Neugeborenen sehr mühsam und anstrengend war, den Müttern zu folgen. Beide Autoren stellten fest, daß die jungen Lämmer die Wärme weniger gut vertragen können als die erwachsenen Tiere. SCHLEY (1965) zitierte ähnliches nach MUCHTAROW: Die Lämmer sind gegenüber hohen Temperaturen bedeutend empfindlicher als die Muttertiere.

Die Wolle spielt für den Schutz der Schafe bei extremen Witterungen eine bedeutende Rolle. Ihre Isolierwirkung schützt den Körper des Tieres vor der schlimmsten Kälte und ihre Länge hat dabei eine besonders gute Wirkung HUTCHINSON und WODZICKA (1960). Sehr viele Verluste treten häufig ein, wenn die Schafe direkt nach der Schur tiefen Temperaturen ausgesetzt werden HUTCHINSON (1940), (1954, 1960). Schafe, die nach der Schur durch Kälte leiden müssen, intensivieren sofort ihren Stoffwechsel. GRAHAM und Mitarbeiter (1959) haben gefunden, daß frischgeschorene Schafe bei einer Lufttemperatur von $+8^{\circ}\text{C}$ doppelt soviel Wärme erzeugen, als vor der Schur. SYMINGTON (1960) fand auch, daß die Körpertemperatur bei neugeschorenen Schafen ständig höher war. GRAHAM und Mitarbeiter (1959) haben bei ausgewachsenen Schafen verschiedener Rassen unter Wärme-Stress eine enge Beziehung zwischen der

erhöhten Körpertemperatur und dem Stoffwechsel festgestellt. VANT'HOFF, einer der Mitarbeiter Grahams (1959) hat den Einfluß der Wolle auf den Stoffwechsel unter Wärme-Stress untersucht. Er fand dabei enge Beziehungen zwischen Wolllänge und Stoffwechsel bei geschorenen und noch engere bei ungeschorenen Schafen.

FREINKEL und LEWIS zitiert nach HUTCHINSONS und WODZICKA (1961) untersuchten den Zusammenhang zwischen der Schilddrüsenfunktion und der Wolle. Die Ergebnisse der bei CAMBRIDGE an geschorenen und ungeschorenen Schafen durchgeführten Versuche zeigten, daß das Thyroxin im Winter bei geschorenen und ungeschorenen Tieren bis zu seinem Erscheinen im Blut nur halb soviel Zeit braucht wie im Sommer. Diese Zeit betrug im Winter bei den geschorenen Schafen 25, bei den ungeschorenen 38 Stunden. Die Schilddrüsenfunktion ist also im Winter und bei geschorenen Schafen intensiver. Neben der Isolierwirkung der Wolle gegen Kälte spielt sie auch gegenüber hohen Lufttemperaturen durch ihre Abstrahlungskraft eine bedeutende Rolle. MACFARLANE und Mitarbeiter (1956) haben die Temperaturen der Wollstapelspitzen bei den einheimischen Schafrassen Julia Creeks in Queensland (Temp. + 36° bis 42,5° C) gemessen. Während die Temperatur der Wollstapelspitze +37,0° C war, betrugen die Hauttemperaturen nur +42,5° C und die Körpertemperaturen +40° bis 40,5° C. Gleichzeitig wurden bei geschorenen Schafen 230 Atemzüge in der Minute gezählt, während diese Zahl bei Schafen mit 5 cm Wollstapellänge nur 180 betrug. Die gleichen Autoren stellten weiter fest: Bei Verschmutzung der Wollstapelspitzen durch Schweiß fett, Streu, Staub, Schmutz und dergleichen kommt es wegen Dunkelwerdens der Wolle zu einer Verminderung ihrer Abstrahlungskraft und daher zu einer Überhitzung des Körpers, die aber durch Abschneiden der verschmutzten Spitzen wieder behoben werden kann. SCHLEY (1965) berichtet nach ALEKSEEVA folgendes: Die Wollschur

wirkte förderlich auf Karakulschafe, wenn sie bei Temperaturen von $+25^{\circ}$ bis $+30^{\circ}$ C vorgenommen wurde. Bei Temperaturen von $+30^{\circ}$ bis $+35^{\circ}$ C übt die Schur wegen Überhitzungsgefahr einen negativen Einfluß aus. Der gleiche Autor berichtet nach SAFANOV weiter: Vergleichsweise gemäßigte Temperaturen von $+25^{\circ}$ bis $+26^{\circ}$ C riefen bei Priaral-Schafen schon typische Überhitzungserscheinungen hervor, welche bei ungeschorenen Schafen selbst bei 30° C noch ausblieben. Die Wolle ist also von größtem Einfluß auf das Wärmeregulationsvermögen der Schafe.

Die Transpiration mit ihrer abkühlenden Wirkung ist für das Wohlbefinden der Schafe von ausschlaggebender Bedeutung. BÜTTNER (1938) gibt an, daß zur Verdampfung von 1 g Wasser fast 600 cal. notwendig sind. Diese Wärmemenge wird dem Körper entzogen und dadurch wird er abgekühlt. HUTCHINSON und WODZICKA (1961) haben errechnet, daß bei Verdunsten des Schweißes ein Drittel der überschüssigen Wärme im Körper abgeführt werden kann. Der Schweiß wird durch die Wolle aufgesaugt und von hier aus wird davon mehr oder weniger, je nach Wolllänge, Wollichte, Wolleigenschaft und relativer Luftfeuchtigkeit an die Umgebung abgegeben. Die Kühlung transpirierender Haut ist bei geschorenen Schafen gefördert. Werden Schafe mit langem und dichtem Vlies hohen Außentemperaturen ausgesetzt, so können sie die von der Haut ausgeschiedene Wassermenge nicht abgeben, da das Vlies ein Hemmnis bildet. Wegen der dadurch entstehenden schlechten Wärmeregulation fühlen sich die Schafe mehr oder weniger unwohl. SYMINGTON (1960) stellte auch fest, daß die ungeschorenen Schafe gegenüber den geschorenen eine schlechtere Wärmeregulation hatten. Daß ein dichtes Wollvlies zwar gegen hohe Temperaturen schützt, sich aber als ein Hemmnis für die Schweißverdunstung auswirkt, hat auch SCHLEY (1965) nach STEFANOVA berichtet. Der gleiche Autor berichtete nach SREAR und PADUCEVA, daß die gesamte Wasserabgabe in Form von Wasserdampf einschließlich der Wasserabgabe der Atemorgane bei $+35^{\circ}$ C in 24 Stunden

5 kg betragen kann und 40 % der vom Körper erzeugten Wärmeenergie über die Atemwege und 60 % über die Verdunstung der Körperoberfläche abgeführt werden.

Diese Tatsache läßt erkennen, daß Feuchtigkeitsansammlungen in der Wolle sich sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Temperaturen nachteilig auf die Wärmeregulation auswirken. In den Sub-Tropen, wo die Temperatur am Tage hoch und die relative Luftfeuchtigkeit niedrig ist und während der Nacht sich das gegensätzliche Bild ergibt, spielt die Wolle für die Wärmeregulation der Tropenschafe eine besonders große Rolle. Hier wird nämlich die Wolle während der Nacht mehr oder weniger durch die hohe Luftfeuchtigkeit durchnäßt. Am Tage, wenn die Temperatur anfängt, anzusteigen, wirkt sich die allmähliche Trocknung der Wolle hervorragend auf die Wärmeregulation der Schafe aus, HUTCHINSON und WODZICKA (1961).

Nicht nur die Wolllänge und Wolldicke allein sind von Einfluß auf den Wärmehaushalt der Schafe, sondern hier hat auch die Wollqualität eine Bedeutung. So berichten HURCHINSON und WODZICKA (1961) nach ALEXANDER, daß rauhwollige Lämmer bei höheren Außentemperaturen einen höheren Anstieg ihrer Körpertemperatur zeigten als feiwollige Lämmer.

3. Grundlage der Arbeit:

3.1 Das Versuchsmaterial und die Versuchsdurchführung:

Das für die Untersuchung erforderliche Material bestand aus 170 weiblichen und 10 männlichen (kastrierten) Merinolandschafen. Die für die Untersuchung vorgesehenen Tiere wurden jeweils drei Tage zum Versuch herangezogen. Am ersten Tag (dem Vorbelastungstag) wurden sie um 8⁰⁰ aus dem Pferch bzw. dem Schafstall geholt und auf dem Oberen Hardthof den Vorbelastungsuntersuchungen unterzogen. Hier wurden die Atemzugzahl, die Herzschlagzahl und die Rektaltemperatur dreimal festgestellt und um 14⁰⁰ Uhr wurde Blut abgenommen. Am zweiten Tag (dem Belastungstag) wurden die Tiere um 8⁰⁰ Uhr in die Klimakammer gebracht und einer 24-stündigen Wärmebelastung ausgesetzt. Die Feststellung von Atemzugzahl (AZ), Herzschlagzahl (HZ) und Rektaltemperatur (RT) erfolgte dabei siebenmal. Am Ende der Belastung, d.h. um 8⁰⁰ Uhr des nächsten Tages wurde wieder Blut abgenommen. Daraufhin wurden die Tiere gleich aus der Klimakammer herausgebracht und den natürlichen Verhältnissen des dritten Tages (des Nachbelastungstages) ausgesetzt. Hier wurden weiter die Atemzüge, Herzschläge und Rektaltemperatur zweimal gemessen. Am zweiten und dritten Tage wurde auch das Verhalten der einzelnen Tiere während und nach der Wärmebelastung stündlich beobachtet. Die Tiere erhielten während des Versuches das gleiche Futter wie beim Schäfer. Neben dem Anbringen der laufenden Versuchsnummer am rechten Ohr des Schafes und dem Aufnehmen der Wollstapellänge wurden die Gewichte am Anfang und Ende des Versuches festgestellt. Die Versuche wurden durchgeführt in der Gießener Klimakammer des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik, die sich im Laborgebäude des Versuchsgutes Oberer Hardthof befindet. Die Versuche liefen vom August 1964 bis Juli 1965. Es standen jeweils sechs Tiere zusammen in der Klimakammer. Die Temperatur in derselben betrug fortlaufend 35⁰ C bei einer relativen Luft-

feuchtigkeit von 65%.

In der Gießener Klimakammer kann man Haustiere verschiedener Art mit hohen Wärme- bzw. Kältegraden beliebige Zeit belasten. Dort beträgt die Maximaltemperatur $+40^{\circ}\text{C}$, die Minimaltemperatur -20°C , die relative Maximalfeuchtigkeit bei $+40^{\circ}\text{C}$ 90% und die relative Minimalfeuchtigkeit bei $+15^{\circ}\text{C}$ 45%.

3.2 Die Art und die Zeiten der untersuchten Meßgrößen.

Am Vorbelastungstag wurden die Messungen von Atemzugzahl, Herzschlagzahl und Rektaltemperatur dreimal und zwar um 11⁰⁰Uhr, 13⁰⁰Uhr und 15⁰⁰Uhr vorgenommen. Am Belastungstag dagegen wurden diese Werte siebenmal festgestellt und zwar um 9⁰⁰Uhr und 10⁰⁰Uhr, ferner um 12⁰⁰Uhr, 14⁰⁰Uhr, 15⁰⁰Uhr und 16⁰⁰Uhr, sowie am Ende der Belastung, also nach 24 Stunden. Am Nachbelastungstag wurden diese Werte zweimal, nämlich um 9⁰⁰Uhr und 11⁰⁰Uhr abgenommen.

3.3 Die Art und Methodik der Untersuchungen der folgenden Blutmeßwerte:

Die Blutentnahme erfolgte durch Punktion der Vena jugularis. Für die Untersuchungen genügte eine Blutmenge von 40 ml, die in zwei Zentrifugengläsern aufgefangen wurde. Einem Glas wurden vorher zwei Tropfen Vetren zur Verhinderung der Gerinnung zugesetzt. Das Blut dieser Probe wurde zum Untersuchen von Erythrozytenzahl, Haematokrit, Haemoglobin, Blutzucker, pH-Wert und Leitfähigkeit benutzt. Die andere Blutprobe wurde nach zweistündigem Stehen zwölf Minuten lang bei 3000 Umdrehungen/Min. zentrifugiert. Das Blutserum war für die Untersuchungen von Gesamteiweiß und Eiweißfraktionen bestimmt.

Die Proben wurden möglichst schnell nach der Blutentnahme bearbeitet.

Die Blutuntersuchungen sind ausschließlich im Laboratorium des Oberen Hardthofes - Versuchsgut des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik an der Justus-Liebig-

Universität Gießen ausgeführt worden.

3.31 Der pH-Wert und die spezifische Leitfähigkeit:

Der pH-Wert:

Für die Messung des Blut-pH-Wertes wurde das im Labor vorhandene Universal-Labor-Meßgerät "Phywe" benutzt, dessen Messung auf dem an der Elektrode entstehenden elektrischen Potential beruht. Das Gerät wird mit einer Spannung von 220 V und 50 Hz betrieben.

Die spezifische Leitfähigkeit:

Zur Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit stand das Leitfähigkeitsgerät "LBR/IB von WTW" zur Verfügung.

Man versteht unter der elektrischen spezifischen Leitfähigkeit eines Körpers den reziproken Wert seines elektrischen Widerstandes R . Ihre Einheit wird in $\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ angegeben. Sie ist von folgenden Faktoren abhängig:

1. der Natur, Gestalt und Ladung der Ionen,
2. der Ionenkonzentration,
3. der Viscosität,
4. der Lösungstemperatur

Dabei stellt die Temperatur den veränderlichen Faktor dar. Sie beeinflusst die Viscosität und Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen, denn je höher die Temperatur ist, um so geringer ist die Zähigkeit der Lösung und desto größer wird die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen. Um die Vergleichbarkeit aufrecht zu erhalten, bestand also die Notwendigkeit, den gemessenen Rohwert der Leitfähigkeit auf eine einheitliche Temperatur (in diesem Falle auf 20°C) zu korrigieren. Anhand einer Meßreihe, die den Bereich der Temperaturdifferenzen umfaßt, konnte ein Regressionskoeffizient von $b = 0,027$ ($= 98\%$) errechnet und die Werte korrigiert werden. Die spezifische Leitfähigkeit X , gemessen in Siemens S , ist dann

$$X = K \times S$$

wobei K = Zellenkonstante cm^{-1} und S = Siemens cm^{-1} ist.

3.32 Die Erythrozytenzahl, der Haematokritwert und der Haemoglobingehalt:

Die Erythrozytenzahl:

Die Erythrozytenzahl des untersuchten Schafblutes wurde durch Zählung mit einer Thoma-Zählkammer mikroskopisch ermittelt.

Der Haematokritwert:

Die festen Blutbestandteile (der Haematokritwert) wurden mit Haematokritröhrchen (15 Min., 3500 U/Min) bestimmt.

Der Haemoglobingehalt:

Die Feststellung des Haemoglobingehaltes erfolgte photometrisch im Photometer "Spektronic 20" von Bausch und Lomb bei Wellenlänge = 550. Der Extinktionswert wurde mit dem anhand einer Eichkurve ermittelten Faktor (27,8) multipliziert. Dieser Wert ist dann der Haemoglobingehalt in g/100 ml Blut.

3.33 Der Blutzucker:

Die Blutzuckerbestimmung wurde nach Hagedorn und Jensen (1955) vorgenommen.

3.34 Das Gesamteiweiß und die Eiweißfraktionen:

Das Gesamteiweiß:

Das Gesamteiweiß im Blutserum wurde photometrisch nach Weichselbaum mit dem "Spektronic 20" bestimmt. Nach Multiplizieren des Skalenwertes mit dem Umrechnungsfaktor 39 ergibt sich der Gesamteiweißgehalt in g/100 ml Blutserum.

Die Eiweißfraktionen:

Zur Untersuchung und Trennung der Eiweißfraktionen wurde - mit geringen Abänderungen - die von Grassmann und Hannig (1952) beschriebene Papierelektrophorese angewandt.

Als Pufferlösung wurde der Veronalpuffer für Blutserum mit der Ionenstärke $\mu = 0,07$ und folgender Zusammensetzung verwendet:

Veronal-Natrium	60,08 g
Veronal	10,73 g
Aqua dest.	ad 5000 ml
$\mu = 0,07$	pH = 8,6

Dieser Puffer ergab eine bessere Auftrennung beim Schafserum als der Original-Veronal-Puffer I für Blutserum nach WUNDERLY (1954). Der original-Veronal-Puffer I hat folgende Zusammensetzung:

Veronal-Natrium	51,50 g
Veronal	9,20 g
Aqua dest.	ad 5000 ml
$\mu = 0,06$	pH = 8,6

Die Laufzeit der Elektrophorese betrug 17 Stunden, davon 14 Stunden bei einer Spannung von 100 Volt und 3 Stunden bei 200 Volt. Die gefärbten Elektrophoresestreifen wurden mit dem Extinktions-Integralschreiber von Zeiss ausgewertet.

und zwar bis 4 cm, bis 8 cm und bis 12 cm.

Eine Gegenüberstellung der untersuchten Daten der einzelnen Gruppen kann nicht ohne Berücksichtigung der Umwelttemperatur vor Einstellen in die Klimakammer erfolgen. Da die Differenz zwischen Umwelttemperatur und Temperatur in der Kammer z.T. groß war und einen Einfluß auf die Meßwerte ausüben kann, wurden deshalb bei der Versuchsauswertung drei Gruppen nach der Höhe der Umwelttemperatur gebildet. Die erste Gruppe umfaßt diejenigen Tiere, die aus einer Außentemperatur von niedriger als $+ 7^{\circ}\text{C}$ in die Klimakammer kamen. Die zweite Gruppe war vorher einer Außentemperatur von $+ 7^{\circ}\text{C}$ bis $+ 12^{\circ}\text{C}$, und die dritte Gruppe einer solchen von $+ 12^{\circ}\text{C}$ bis $+ 22^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt. Dies bedeutet, daß die Tiere der ersten Außentemperaturgruppe während der thermischen Belastung einer Temperaturdifferenz von mindestens $+ 28^{\circ}\text{C}$, die Tiere der zweiten Gruppe einer Temperaturdifferenz von 23°C bis 28°C und die Tiere der dritten Gruppe einer solchen von nur 13°C bis 23°C unterworfen waren. Die gleiche Einteilung wurde sowohl für die Auswertung der Blutmeßwerte, als auch für die Meßgrößen (die Atemzugzahl, Herzschlagzahl und Rektaltemperatur) verwendet.

5. Ergebnisse

5.1 Die Blutmeßwerte unter Normalbedingungen:

Um festzustellen, ob unter normalen Bedingungen ein Tagesrhythmus vorhanden ist, wurde von zwei Gruppen zu je 10 Tieren Blut wie folgt entnommen und untersucht:

Von der ersten Gruppe dreimal im Abstand von je drei Stunden und zwar um 8^{00}Uhr , 11^{00} und 14^{00}Uhr , von der zweiten Gruppe dagegen zweimal und im Abstand von 42 Stunden, um 14^{00}Uhr des ersten Tages und um 8^{00}Uhr des dritten Tages.

Die fünffachen Untersuchungen der 11 Blutmeßwerte beider Schafgruppen haben ergeben, daß ein Tagesrhythmus-Einfluß auf die untersuchten Blutmeßwerte nicht vorhanden ist, da

die verschiedenen Blutmeßwerte der Untersuchungen beider Schafgruppen voneinander nicht variierten.

5,2 Der Einfluß des Alters, der Außentemperatur und der Wolllänge auf die Blutwerte.

5.21 Das Alter

Zur Überprüfung des Alterseinflusses wurde das Tiermaterial in drei Altersgruppen aufgeteilt, und zwar Gruppe I Jährlinge, Gruppe II Zwei- und Dreijährige, Gruppe III vier Jahre und älter.

Dabei zeigte sich, daß zwischen den Gruppen bei den einzelnen Blutmeßwerten zum Teil hochsignifikante Unterschiede auftraten, (Tab. 1, S. 27). In der Tabelle sind sowohl die Mittelwerte, als auch die Werte der Varianzanalysen - einmal die Signifikanten der F-Werte der Gesamtanalyse - und zum anderen die Signifikanten der F-Werte der Einzelanalysen festgehalten. Im einzelnen ist wie folgt zu entnehmen:

Sehr deutlich ist festzustellen, daß der pH-Wert bei den Jährlingen am niedrigsten liegt. Es hat den Anschein, als ob der pH-Wert von einem gewissen Alter an beständig bleibt, da sich zwischen Gruppe II und III (s.o.) kein Unterschied ergibt. Der Mittelwert der Gruppe II liegt bei $\text{pH} = 7,57$ und der der Gruppe III bei $\text{pH} = 7,58$.

Die gleiche Tendenz, allerdings mit geringerer Signifikanz, zeigt sich bei der spezifischen Leitfähigkeit.

Bei der Erythrozytenzahl bestätigt sich die allgemein bekannte Tatsache, daß jüngere Tiere eine höhere Erythrozytenzahl haben, als ältere Tiere.

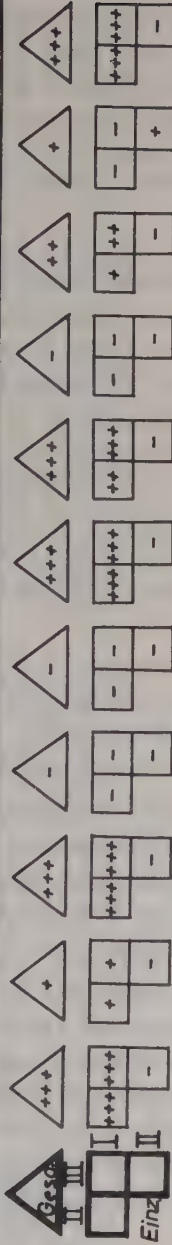
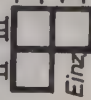
Ein Alterseinfluß auf Haematokrit und Haemoglobin liegt nicht vor.

Wenn der Blutzucker bei Jährlingen mit durchschnittlich $64,03 \text{ mg/\%}$ ermittelt wird, so liegt er bei älteren Tieren wesentlich niedriger. Zwischen Gruppe II und III besteht kein Unterschied. Wie sich schon beim pH-Wert, der

Tabelle 1

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutwerte der verschiedenen Altersgruppen von Vorbelastrungs_ (VB_) und Belastungstag (B_); sowie die Ergebnisse der Varianz_ analysen (F_Werte) zwischen Gesamt_ und Einzelgruppen.

Alter	pH		spez. Leitfähigkeit		Erythrozyt. (Mill.)		Hämoglobin (g%)		Hämoglobin-Hämoglob. (g%)		Blutzucker (g%)		Albumin (g%)		Globul. (g%)		Globul. (g%)		Globul. (g%)	
	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
I	745	229	576	703	1101	1653	3103	816	935	993	6403	1514	655	720	328	1097	109	1935	047	3063
B. n=54	743	294	543	646	1093	2012	3309	1118	956	1300	6122	1323	648	1518	328	1298	111	2144	048	3291
II	757	127	600	813	878	2718	3273	1619	908	1704	5540	2274	691	1324	319	1623	098	1448	051	1823
B. n=52	758	166	510	1041	860	2883	3416	1375	933	1650	5838	2072	696	1399	337	1252	111	1486	045	2800
III	750	140	603	588	868	2551	3339	1476	927	1607	5556	1187	702	1101	351	1404	102	1401	046	3086
B. n=63	750	169	565	796	900	3100	3392	1474	950	1778	5413	1699	683	1172	322	1476	101	1643	051	2677



+ = $p < 0.05$
 ++ = $p < 0.01$
 +++ = $p < 0.001$
 - = nicht signifikant.

spezifischen Leitfähigkeit, bei der Erythrozytenzahl und beim Blutzucker zeigte, besteht zwischen den Gruppen II und III auch beim Gesamteiweiß kein Unterschied. Die Jährlinge dagegen unterscheiden sich deutlich von den beiden Altersgruppen.

Bei den Eiweißfraktionen läßt sich mit Ausnahme des β -Globulins kein wesentlicher Alterseinfluß feststellen.

5.22 Die Außentemperatur

Da sich die Untersuchungen über ein Jahr erstreckten, und dabei große Temperaturschwankungen auftraten, sollte der Frage nachgegangen werden, ob die Außentemperatur einen Einfluß auf die Normalwerte hat. Dazu wurden drei Temperaturbereiche gebildet und zwar Temperaturbereich I bis $+6^{\circ}\text{C}$, II $+7^{\circ}$ bis 12°C und III über 12°C .

Die Tabelle 2, S. 29 (Temp.) hat den gleichen Aufbau wie Tab. 1, S. 27 (Alter). Aus den Tabellen ersieht man sofort, daß die Temperatur einen Einfluß auf fast alle Blutwerte hat.

Der pH-Wert sinkt mit steigender Temperatur. Besonders deutlich ist der Abfall bei Außentemperaturen von über 12°C zu beobachten. Die Mittelwerte von Temperaturbereich I und II unterscheiden sich nicht.

Obwohl sich die Mittelwerte bei der spezifischen Leitfähigkeit unterscheiden, konnte nur eine geringe Signifikanz ermittelt werden. Die geringe n-Zahl im Temperaturbereich I dürfte dafür verantwortlich sein, daß sich die Bereiche I und II nicht gesichert unterscheiden.

Bei Erythrozyten, Haematokrit und Haemoglobin ist festzustellen, daß die niedrigsten Werte im mittleren Temperaturbereich liegen. Mit Ausnahme des Haemoglobins unterscheiden sich die Temperaturbereiche I und III nicht. Beim Haemoglobin ist weiterhin zu bemerken, daß sich Temperaturbereich II und III nicht unterscheiden.

Tabelle 2

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutwerte der verschiedenen Außentemperatur- Bereiche von Vorbekastungs- (VB.) und Belastungs- (B.) sowie die Ergebnisse der Varianz- analysen (F-Werte) zwischen Gesamt- und Einzelgruppen.

Auß.- temper.	pH		spez. Leitfähigk.		Erythrozyt (Mill.)		Hämatokrit (%)		Hämoglob. (g.)		Blutzucker (%)		Ges.Eiweiß (g.)		Albumin (g.)		α-Globul. (g.)		β-Globul. (g.)		γ-Globul. (g.)	
	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
I n=66	7,58	121	620	169	999	1441	3313	1267	971	1204	5369	2048	691	921	338	1177	101	1475	044	2772	208	2413
B.	764	195	558	519	975	1907	3422	1344	990	1445	5533	1337	687	879	340	1232	103	1436	044	2818	199	2728
II n=54	7,56	140	579	554	1021	2331	3302	1150	903	1406	6571	1095	693	1075	329	1349	113	1150	053	2698	181	2353
B.	753	179	533	1746	857	3360	3300	606	903	1960	5922	1958	677	2896	307	1270	102	1607	055	2472	212	1877
III n=49	7,45	252	600	880	821	3654	3116	1668	872	1674	5862	1572	670	1383	305	1652	101	2455	051	2352	214	2177
B.	741	296	560	901	1011	2710	3306	1875	940	1159	5971	1909	676	1474	310	1483	113	1442	049	2958	179	2553

Ges.
II III

I
Einz.

+++	+	+++	+	+++	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ = $p < 0.05$
 ++ = $p < 0.01$
 +++ = $p < 0.001$
 - = nicht signifikant.

Der Blutzuckergehalt reagiert empfindlich auf eine Temperaturveränderung. Dies zeigt sich sehr deutlich an den Mittelwerten und wird durch die Signifikanzen zwischen den Mittelwerten bestätigt.

Beim Gesamteiweißgehalt zeigt sich das gleiche Bild wie bei den Erythrozyten, Haemoglobin und Haematokrit, jedoch ohne statistische Absicherung.

Die Eiweißfraktionen unterscheiden sich zwar in den einzelnen Temperaturbereichen, zeigen jedoch gar keine gemeinsame Tendenz.

5.23 Die Wolllänge.

Wenn in den beiden vorhergehenden Abschnitten festgestellt wurde, daß das Alter und die Temperatur einen Einfluß auf die Blutwerte hatten, so soll nun untersucht werden, wie sich die Wolllänge auswirkt. Das Versuchsmaterial wurde anhand der Wollstapellänge in drei Gruppen eingeteilt: Gr. I bis 4 cm, Gr. II bis 8 cm und Gr. III über 8 cm. (Tab. 3, S. 31)

Obwohl beim pH ein gesicherter Einfluß der Wolllänge vorliegt, so ist doch eine einheitliche Linie nicht zu erkennen. Wenn die Tiere der Wollgruppe I den niedrigsten pH hatten, so zeigten die Tiere der Gruppe II den höchsten durchschnittlichen Wert. Die Gruppe III lag dazwischen. Eine deutliche Tendenz dagegen läßt sich bei der spezifischen Leitfähigkeit, den Erythrozyten, dem Haematokrit, dem Gesamteiweiß, dem Albumin und dem -Globulin erkennen. Hier liegen die höchsten, bzw. niedrigsten durchschnittlichen Werte jeweils in der ersten bzw. dritten Gruppe.

Im Gegensatz zu dem pH-Wert, bei dem die I. Gruppe den niedrigsten durchschnittlichen Wert und die zweite Gruppe den höchsten durchschnittlichen Wert hatte, liegen die Verhältnisse beim Blutzuckergehalt genau umgekehrt.

Tabelle 3

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutwerte der verschiedenen Wollgruppen von Vorbelastungs- (VB.) und Belastungstag (B.), sowie die Ergebnisse der Varianzanalysen (F-Werte) zwischen Gesamt- und Einzelgruppen.

Wolle	p H		spez. Leifschick.	Erythrozyt. (Mill.)		Hämokrit (‰)		Hämoglob. (g)		Blutzucker (‰)		Ges. Eiweiß (g)		Albumin (g)		α-Globul. (g)		β-Globul. (g)		γ-Globul. (g)		
	$\bar{x}$	v		$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	
I n=44	B. 749	289	572	1012	1070	2158	3395	1443	909	1518	6467	1855	717	1152	348	1238	115	2069	053	2415	203	2472
	B. 745	336	553	947	1019	2178	3422	1227	997	1203	5838	1678	691	2069	339	1442	112	1196	049	2673	203	3729
II n=59	B. 759	121	590	670	957	1943	3338	1497	982	1323	5255	1383	703	1114	333	1571	103	1464	045	2612	219	2678
	B. 765	134	561	513	950	2168	3491	1317	993	1329	5534	1633	683	1012	328	1012	104	1399	044	2772	203	2418
III n=66	B. 752	123	601	538	864	2886	3072	958	872	1330	6000	1617	647	860	306	1162	099	1417	049	3022	193	1863
	B. 750	145	551	816	900	3355	3172	1355	872	1880	5945	1732	660	992	310	1261	103	1611	052	2923	194	2087
Gesd.	△+++	△	△	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+	△	△+	△+
	△+++	△	△	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+++	△+	△	△+	△+
I Einzel	△++	-	△++	△+++	△+	-	△+++	△+++	△+	-	△+++	△+++	-	△+++	△+++	△+++	△+	△+++	△+	-	-	△++
	△++	-	△++	△+++	△+	-	△+++	△+++	△+	-	△+++	△+++	-	△+++	△+++	△+++	△+	△+++	△+	-	-	△++

+ = $p < 0.05$
 ++ = $p < 0.01$
 +++ = $p < 0.001$
 - = nicht signifikant.

5.3 Der Einfluß des Alters, der Außentemperatur und der Wolllänge auf die Veränderungen der Blutmeßwerte.

Die Auswirkung der Wärmebelastung auf die Blutmeßwerte soll nun unter Berücksichtigung des Alters, der Außentemperatur und der Wolllänge betrachtet werden. Anhand der Blutmeßwerte, Tab. 1, 2 und 3, S. 27, 29 und 31, läßt sich erkennen, daß bei der oben angeführten Aufteilung gewisse Veränderungen durch die Wärmebelastung aufgetreten sind.

Die spezifische Leitfähigkeit zeigt bei der Altersgruppierung einen deutlichen Unterschied zwischen Vorbelastung und Belastung. Alle Belastungswerte lagen unter den Ausgangswerten.

Bei Haematokrit und Haemoglobin konnte in den drei Altersgruppen ein Anstieg der Belastungswerte beobachtet werden. Alle übrigen Werte zeigten keine klare Tendenz.

Wie die Signifikanztafel (Tab. 4, S. 33) ausweist, konnten die Unterschiede zwischen Vorbelastung und Belastung nur bei der spezifischen Leitfähigkeit abgesichert werden.

Das gleiche Bild zeigt sich auch bei der Einstufung nach den Außentemperaturbereichen. Einschränkend muß hier erwähnt werden, daß die Tiere, die aus dem Temperaturbereich III in die Wärmebelastung kamen, bei der spezifischen Leitfähigkeit keinen Unterschied zwischen Vorbelastung und Belastung zeigten.

Bei der Gruppierung nach Wolllänge können, abgesehen von gesicherten Unterschieden beim pH in der zweiten Gruppe ebenfalls keine Signifikanzen zwischen Vorbelastung und Belastung ermittelt werden. Sogar bei der spezifischen Leitfähigkeit ergeben sich nur bei Gruppe III statistisch gesicherte Werte.

Bemerkenswert ist, daß sich die spezifische Leitfähigkeit bei Gruppierung nach Außentemperatur und Wolllänge umgekehrt verhält. Dies mag darin begründet sein, daß

die Schur im Mai erfolgt und somit eine umgekehrte Beziehung zwischen Wolllänge und Außentemperatur entsteht.

Tabelle 4
Die Varianzanalyseergebnisse(F-Werte)
der untersuchten Blutmeßwerte von den verschieden-
en Altersgruppen bei unterschied-
lichen Außentemperaturen.

Alter													abs.(g.)		rel.(%)	
Außt.	Altern.	n-Zahl	pH	spez.Leitfähigkeit	Erythrozyten	Hämatokrit	Hämoglobin	Blutzucker	Ges.Eiweiß	Albumin	β-	γ-	Globuline		Albumin	
6°C.	1 J.	n=21	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 J.	n=13	+++	.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 J.	n=9	-	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5 J.	n=24	++	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12°C.	1 J.	n=13	-	+++	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 J.	n=10	-	+++	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
	5 J.	n=22	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22°C.	1 J.	n=20	-	-	-	-	-	++	-	+	-	-	-	-	-	-
	2 J.	n=20	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
	3 J.	n=7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

$+=p<0.05$, $++=p<0.01$, $+++ = p<0.001$ und $- =$ nicht signifikant.

Gruppen mit weniger als 7 Tieren wurden in dieser Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Die geringen Unterschiede zwischen Vorbelastung und Belastung zeigten, daß die vorgenommenen Gruppierungen keinen Einfluß auf die Reaktionsfähigkeit hatten. Die Ergebnisse lassen vermuten, daß innerhalb von 24 Stunden eine gewisse Anpassung stattgefunden hat.

5.4 Die Blutwerte und deren Veränderungen in Abhängigkeit von Alter, Außentemperatur und Wolllänge.

5.4.1 Der Einfluß des Alters und der Außentemperatur.

Um zu prüfen, ob eine Wechselbeziehung zwischen Alter und Außentemperatur besteht, wurden die drei einzelnen Außentemperaturbereiche aufgeteilt. Jahrgänge mit weniger als 7 Tieren wurden nicht berücksichtigt.

Die pH-Ausgangswerte des Blutes waren bei den einzelnen Altersgruppen zum Teil verschieden. Im 6°C-Bereich ist festzustellen, daß die jüngeren Tiere einen etwas geringeren pH-Wert haben, als die älteren Tiere. Diese Tendenz bestätigte sich in den anderen Bereichen nicht. Zu erwähnen bleibt, daß die Jährlinge im 22°C-Bereich den niedrigsten pH-Wert zeigten.

Bei Belastung zeigen die Blut-pH-Werte im 6°C-Bereich in allen Altersgruppen einen Anstieg. In den beiden anderen Bereichen dagegen fallen die pH-Werte ab. Aus der Signifikanztabelle geht hervor, daß nur die drei- und fünfjährigen Tiere im 6°C-Bereich statistisch gesicherte Werte zwischen Vorbelastung und Belastung zeigten.

Im 22°C-Bereich konnte bei der spezifischen Leitfähigkeit ein deutlicher Unterschied zwischen den Jahrgängen festgestellt werden. Die Jährlinge hatten mit 551 den niedrigsten Vorbelastungswert. Bei den Zweijährigen lag die spezifische Leitfähigkeit bei 601, und die Dreijährigen hatten den höchsten Mittelwert mit 613. Im mittleren Temperaturbereich läßt sich diese klare Tendenz nicht erkennen. Auffallend ist, daß durch die Wärmebelastung die spezifische Leitfähigkeit des Blutes bei allen Jahrgängen der beiden Außentemperaturbereiche eine deutlichen Abfall erfährt. Die Tiere, die aus dem 12°C-Außentemperaturbereich in die Wärmebelastung kamen, reagierten mit einem stärkeren Abfall, als die Tiere aus den 22°C-Bereich. Tab. 5, S. 35.

Tabelle 5

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutmeßwerte am Vorbelastungs-(VB-) und Belastungstag (B) von verschiedenen Altersgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen.

Alter			pH		spez.Leitfähigkeit		Erythrozyt/Mill.		Hämatokrit / %	
			$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
6°C.	1 J. n=21	V	7,54	1,19	-	-	10,38	15,79	32,28	5,35
		B.	7,57	1,58	-	-	9,99	20,0	33,00	14,21
	3 J. n=13	V	7,55	0,92	-	-	8,65	26,35	31,84	13,66
		B.	7,67	0,39	-	-	8,53	19,9	35,58	9,30
	4 J. n=9	V	7,65	0,52	-	-	10,66	11,91	36,00	10,38
		B.	7,65	0,52	-	-	10,59	12,2	37,00	10,81
	5 J. n=24	V	7,59	1,31	-	-	9,80	12,24	33,33	15,27
		B.	7,67	0,78	-	-	9,52	17,80	33,58	14,26
12°C.	1 J. n=13	V	7,57	1,05	6,01	4,71	9,96	17,16	30,92	9,12
		B.	7,55	1,19	5,43	5,37	10,32	22,2	33,46	9,44
	3 J. n=10	V	7,55	1,32	5,91	5,13	9,54	20,23	34,00	6,11
		B.	7,48	1,06	5,17	6,54	10,33	13,5	33,30	23,63
	5 J. n=22	V	7,58	1,45	6,02	6,54	7,46	25,33	30,81	12,13
		B.	7,54	1,98	5,63	9,36	7,79	34,6	31,45	16,18
22°C.	1 J. n=20	V	7,26	1,23	5,51	5,86	12,41	9,18	31,95	10,35
		B.	7,21	2,35	5,38	7,31	12,25	13,0	32,95	8,92
	2 J. n=20	V	7,62	1,04	6,01	10,98	9,19	22,30	36,05	13,56
		B.	7,58	1,05	5,66	8,94	9,40	13,8	34,95	9,89
	3 J. n=7	V	7,47	1,20	6,13	2,18	5,89	42,44	27,00	7,40
		B.	7,44	1,88	5,88	9,47	5,35	35,5	29,83	9,45

Gruppen mit weniger als 7 Tieren wurden in dieser Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Die Zahl der roten Blutkörperchen innerhalb der einzelnen Altersgruppen und selbst innerhalb der unterschiedlichen Außentemperaturen streute am Vorbelastungstag sehr. So lag die Erythrozytenzahl bei den Jährlingen am höchsten, 10,38 Mill/mm³ bei 6°C Außentemperatur, gegenüber 8,65 Mill/mm³ bei den dreijährigen Tieren und 9,80 Mill/mm³ bei den fünfjährigen Tieren. Außerdem lag die Zahl der roten Blutkörperchen der Jährlinge bei hohen Außentemperaturen weitaus höher als bei niedrigen Außentemperaturen. Bei den alten (fünfjährigen) Tieren zeigte sich genau das umgekehrte Bild. Bei mittleren (12°C) und hohen (22°C) Außentemperaturen herrschte im allgemeinen ein einheitliches Bild und zwar so, daß die Ausgangszahlen der Erythrozyten am Vorbelastungstag mit steigendem Alter sanken.

Inwieweit die Zahl der roten Blutkörperchen durch die Wärmebelastung beeinflußt war, ist ebenfalls aus der Tab. 5, S. 35 ersichtlich. Hier ist die Zahl der roten Blutkörperchen der verschiedenen Altersgruppen sowohl bei den niedrigen als auch bei den hohen Außentemperaturen leicht zurückgegangen, mit Ausnahme der Zweijährigen bei 22°C. Nur bei den mittleren Außentemperaturen zeigt sich ein starker Anstieg der Erythrozytenzahl, der bei den Dreijährigen besonders groß war.

Über den Einfluß der Wärmebelastung auf den Haemoglobingehalt des Blutes ergab sich kein einheitliches Bild. Hier haben die einzelnen Altersgruppen innerhalb des Temperaturbereiches 6°C und 12°C ganz unterschiedlich auf die Wärmebelastung reagiert. Bei hohen Außentemperaturen ergibt sich insofern eine klare Tendenz, als einmal die Haemoglobin-Werte bei den einzelnen Jahrgängen absanken, und zum anderen die Reaktionen anstiegen. Auffallend ist, daß die Variationskoeffizienten am Vorbelastungstag durchschnittlich um den Faktor 10 höher lagen.

Der Blutzuckergehalt der jungen Tiere war am Vorbelastungstag immer höher als der der älteren Tiere. Andererseits stieg er sowohl bei den jungen, als auch bei den älteren Tieren ständig mit höher werdender Außentemperatur an. Der Anstieg der Außentemperatur am Vorbelastungstag bewirkte bei allen Tieren eine Erhöhung des Blutzuckergehaltes.

Durch die Wärmebelastung ist eine Veränderung des Blutzuckergehaltes bei allen Jahrgängen beobachtet worden, die sich jedoch in keine einheitliche Linie einordnen läßt. Tab. 6, S. 38.

Mit steigender Außentemperatur am Vorbelastungstag stiegen bei den jungen Tieren auch die Werte des Serum-Gesamteiweißes des Blutes. Bei den dreijährigen Tieren kam es nur im Temperaturbereich von 6°C und 12°C zu einem Anstieg dieser Werte. Bei weiter steigenden Außentemperaturen fiel dieser Blutwert stark ab.

Bei den jungen Tieren zeigte sich bei niedrigen Außentemperaturen durch die Wärmebelastung ein Anstieg des Gesamteiweißes. Ganz anders dagegen war die Reaktion bei hohen Außentemperaturen. Bei allen Altersgruppen zeigte sich ein Absinken des Gesamteiweißgehaltes im Blut.

Tab. 6, S. 38.

Bei den Eiweißfraktionen zeigte sich, daß zwischen den Altersgruppen und Außentemperaturbereichen keine Wechselbeziehungen nachzuweisen sind. Auch zwischen Vorbelastung und Belastung sind keine einheitlichen Unterschiede festzustellen, lediglich im 22°C -Bereich bestehen bei den Ein- und Zweijährigen schwach gesicherte Differenzen.

Tab. 7, S. 39.

Anhand der untersuchten Blutmeßwerte ist festgestellt worden, daß sich die Schafe nach einer 24-stündigen Wärmebelastung adaptiert hatten. Bei den insgesamt 15 untersuchten Blutmeßwerten konnte lediglich für die spezifische Leitfähigkeit bei gewissen Außentemperaturen eine größere Veränderung festgestellt werden. Alle übrigen

Tabelle 6

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Bluteiweißwerte am Vorbelastungs-(VB.) und Belastungstag^B von verschiedenen Altersgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen.

Alter			Hämoglobin/g.		Blutzucker/‰		Ges.Eiweiß/g.		Albumin/g.	
			$\bar{x}$	γ	$\bar{x}$	γ	$\bar{x}$	γ	$\bar{x}$	γ
6°C.	1 J. n=21	V	9,42	10,29	5995	12,91	6,46	6,96	3,52	8,52
		B.	9,38	13,8	6080	10,90	6,65	3,90	3,62	25,69
	3 J. n=13	V	10,20	12,74	4538	19,32	6,77	7,09	3,32	11,44
		B.	9,77	14,3	53,83	11,88	6,63	7,69	3,30	8,18
	4 J. n=9	V	9,92	11,08	5666	12,21	6,95	4,60	3,48	6,89
		B.	10,11	11,8	54,44	7,99	7,00	8,71	3,57	9,52
	5 J. n=24	V	9,55	13,29	5195	12,89	7,31	9,30	3,24	14,50
		B.	10,32	14,5	5162	13,27	7,11	10,64	3,19	15,67
12°C.	1 J. n=13	V	9,06	8,27	61,23	12,75	6,56	9,14	2,96	11,14
		B.	9,93	12,0	61,53	10,27	6,85	7,00	3,04	9,86
	3 J. n=10	V	9,33	13,18	5966	15,53	6,82	10,11	3,35	8,65
		B.	8,45	28,4	61,00	20,32	6,89	11,32	3,24	11,11
	5 J. n=22	V	8,40	17,61	57,40	10,00	6,86	13,26	2,97	18,51
		B.	8,89	19,1	56,27	23,15	6,74	14,09	2,98	15,43
22°C.	1 J. n=20	V	9,44	10,38	70,15	13,95	6,61	6,05	3,21	6,85
		B.	9,54	09,4	61,45	16,98	6,36	5,85	3,03	11,22
	2 J. n=20	V	9,23	19,39	54,55	22,21	7,54	12,59	4,17	5,99
		B.	9,58	11,4	52,11	12,72	7,47	14,05	3,76	6,91
	3 J. n=7	V	7,46	7,90	69,42	13,65	5,95	12,10	2,86	16,43
		B.	8,19	08,5	68,28	0,17	5,78	7,91	2,79	13,62

Gruppen mit weniger als 7 Tieren wurden in dieser Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Tabelle 7

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutmeßwerte am Vorbelastungs (VB.) und Belastungstag von verschiedenen Altersgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen.

Alter		L-Globulin/g.		β-Globulin/g.		γ-Globulin/g.	
		$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
6°C.	1 J. n=21	V.B.	0,97	15,46	0,36	22,22	1,60
		B.	1,05	11,42	0,38	31,57	1,57
	3 J. n=13	V.B.	1,04	12,50	0,42	19,04	1,99
		B.	1,05	14,28	0,42	16,66	1,84
	4 J. n=9	V.B.	0,97	22,68	0,46	23,91	2,02
		B.	1,11	15,31	0,46	21,37	1,84
	5 J. n=24	V.B.	1,01	10,89	0,50	26,00	2,55
		B.	0,97	14,43	0,46	30,43	2,48
12°C.	1 J. n=13	V.B.	1,08	9,25	0,50	32,00	2,00
		B.	1,11	7,20	0,58	24,13	2,08
	3 J. n=10	V.B.	0,97	13,40	0,45	8,88	2,04
		B.	1,05	16,19	0,56	23,21	2,02
	5 J. n=22	V.B.	1,00	13,00	0,53	30,18	2,34
		B.	0,97	18,55	0,53	24,52	2,25
22°C.	1 J. n=20	V.B.	1,22	19,67	0,55	25,45	1,62
		B.	1,16	11,20	0,52	26,92	1,63
	2 J. n=20	V.B.	1,10	6,36	0,51	25,49	2,65
		B.	1,21	9,09	0,44	22,72	2,57
	3 J. n=7	V.B.	0,87	16,09	0,45	17,77	1,75
		B.	0,97	14,89	0,40	30,00	1,46

Gruppen mit weniger als 7 Tieren wurden in dieser Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Werte zeigen nur geringe Unterschiede durch die Wärmebelastung.

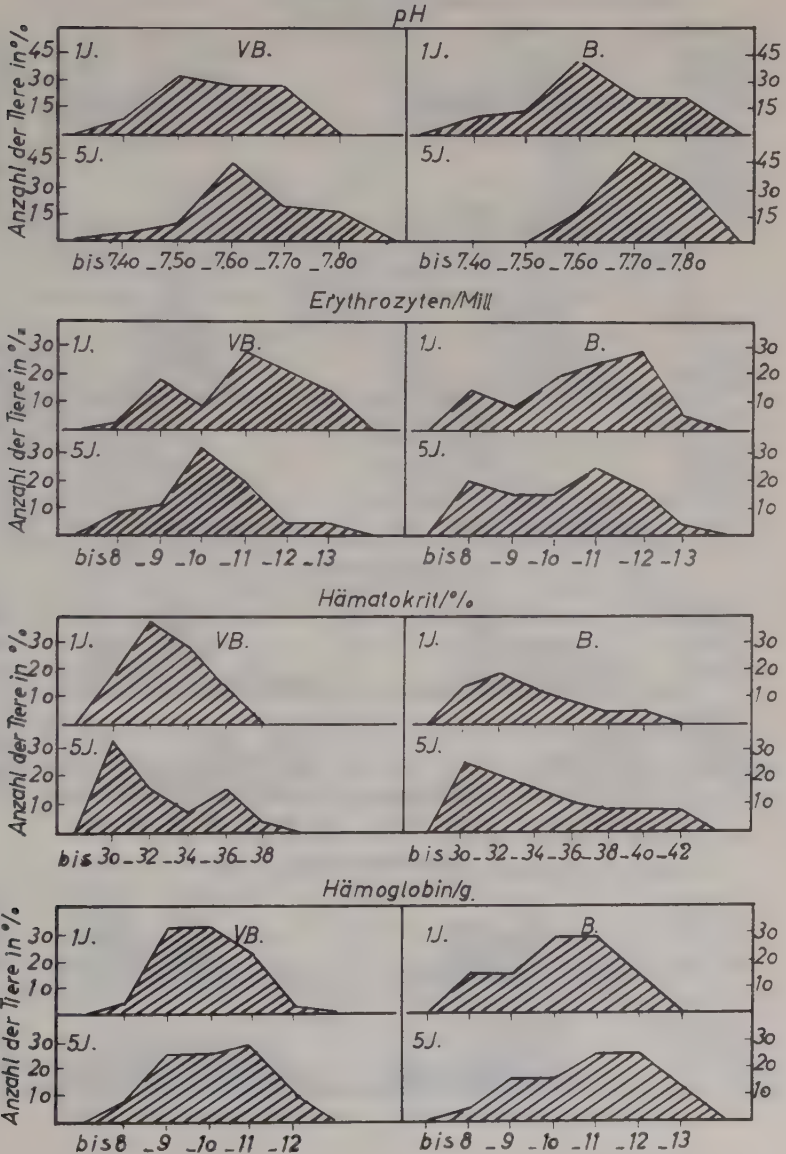
Ob diese Unterschiede signifikant sind, und wie diese Unterschiede sich zwischen den Gruppen und innerhalb der Gruppen verhalten, wurde mit Hilfe von Varianzanalysen nachgeprüft. Tab. 4, S. 33 gibt die Ergebnisse der Varianzanalysen (F-Werte) wieder.

Interessant war das Verhalten der Blutmeßwerte sowohl bei den Jährlingen als auch bei den fünfjährigen Tieren im Hinblick auf die thermische Belastung bei niedriger Aussentemperatur.

Die Darstellungen 2, 3 und 4 lassen deutlich erkennen, daß sich die untersuchten Blutmeßwerte am Vorbelastungs- und Belastungstag in ihrem Häufigkeitsverlauf nicht wesentlich geändert haben; Seiten 41, 42, 43.

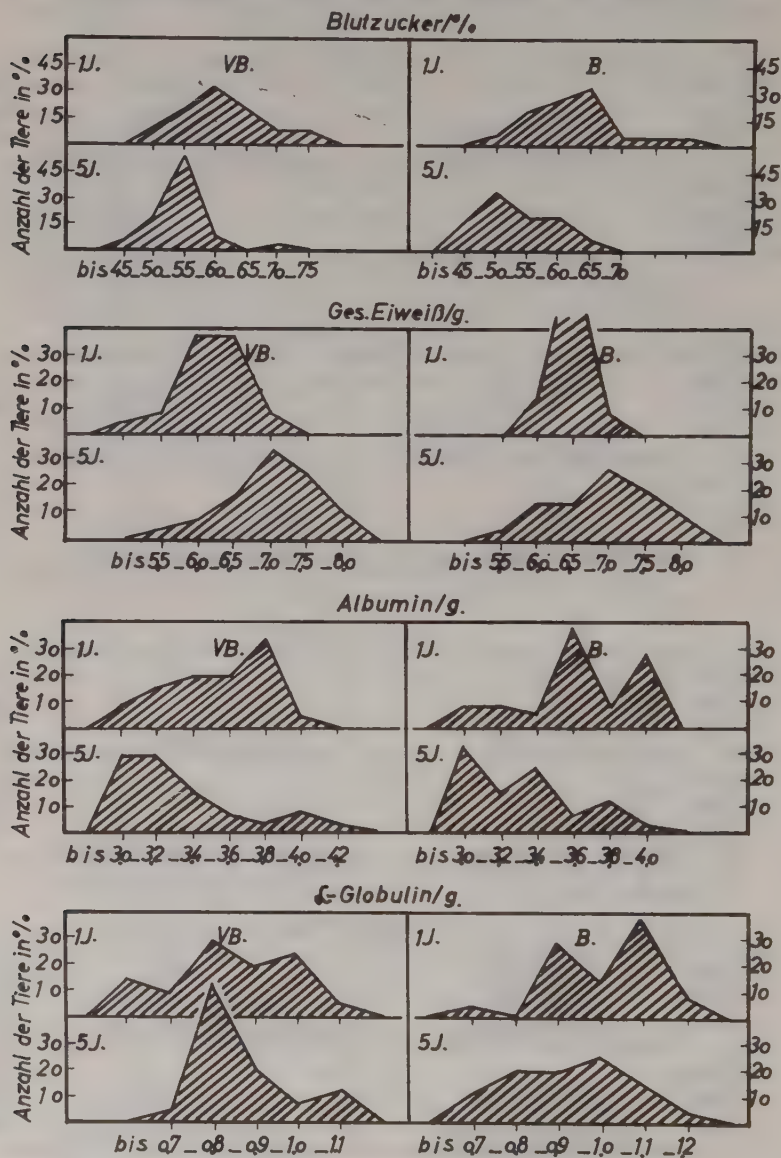
Darstellung 2

Die Häufigkeitsverteilungen der untersuchten Blutmeßwerte von Jährlingen(1J.) und 5jährigen(5J.) Tieren am Vorbelastungs-(VB.) und Belastungstag(B.) bei 6°C. Außentemperatur.



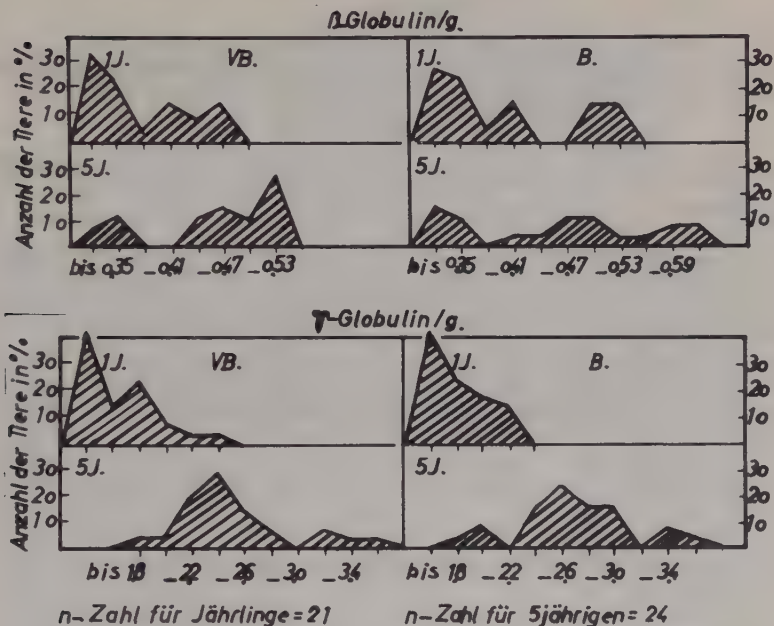
Darstellung 3

Die Häufigkeitsverteilungen der untersuchten Blutmeßwerte von Jährlingen(1J.) und 5jährigen(5J.) Tieren am Vorbelastungs-(VB.) und Belastungstag(B.) bei 6° C. Außentemperatur-Bereich.



Darstellung 4

Die Häufigkeitsverteilungen des γ -Globulins von Jährlingen (1J.) und 5jährigen(5J.) Tieren am Vorbelastungs-(VB.) und Belastungs-(B.) bei 6°C. Außentemperatur -Bereich .



5.42 Der Einfluß von Wolllänge und Außentemperatur.

Bei der Diskussion der Wechselwirkung zwischen Wolllänge und Außentemperaturen bestätigen sich die in den Abschnitten 5.2 und 5.3 gemachten Aussagen (siehe Tab. 8,9 und 10 S. 44,45 und 46), daß eine gegenseitige Beeinflussung nicht nachgewiesen werden kann. Dies wird auch durch die Varianztabelle 11, Seite 47 bestätigt.

Außerdem gibt die Darstellung 6, S. 48 Aufschluß über die relativen Vergleiche zwischen den untersuchten Meßwerten am Vorbelastungstag und am Belastungstag von den Kurz-(4cm) und langwolligen(12cm) Tieren bei 6°C und 22°C Außentemperatur.

Tabelle 8

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutmeßwerte am Vorbelastungs-(VB.) und Belastungstag (B.) v. verschiedenen Wollstapelängen bei unterschiedlich Außentemperaturen.

Wolle			pH		spez. Leitfähigkeit		Erythrozyten/Mill.		Hämatokrit /%	
			$\bar{x}$	γ	$\bar{x}$	γ	$\bar{x}$	γ	$\bar{x}$	γ
6°C.	4cm. n=7	V.B.	7,56	0,91	-	-	9,15	14,20	30,85	15,85
		B.	7,69	0,52	-	-	8,41	23,7	32,71	14,64
	8cm. n=45	V.B.	7,57	1,05	-	-	10,12	13,93	33,95	12,48
		B.	7,66	0,65	561	514	10,02	14,9	35,22	11,35
	12cm. n=15	V.B.	7,53	1,06	625	1,83	9,46	26,10	31,46	5,49
		B.	7,54	1,59	553	575	9,65	24,8	31,78	16,01
12°C.	8cm. n=13	V.B.	7,64	0,91	598	760	7,88	22,46	32,00	17,37
		B.	7,63	2,49	565	675	8,19	31,7	34,25	17,98
	12cm. n=40	V.B.	7,53	1,19	599	523	8,43	28,70	30,92	11,19
		B.	7,50	1,33	543	7,87	8,94	29,0	31,60	13,41
22°C.	4cm. n=40	V.B.	7,45	2,81	574	9,84	11,04	20,56	34,25	14,27
		B.	7,39	3,11	553	910	10,70	18,6	34,17	10,94
	12cm. n=9	V.B.	7,44	0,53	597	631	7,28	49,72	28,62	13,06
		B.	7,47	1,60	589	843	8,09	51,9	31,85	10,86

Tabelle 9

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blutmeßwerte am Vorbelastungs- (VB) und Belastungstag (B) von verschiedenen Wollstapellängengruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen.

Wolle			Hämoglobin/g.		Blutzucker/‰		Ges.Eiweiß/g.		Albumin/g.	
			$\bar{x}$	y	$\bar{x}$	y	$\bar{x}$	y	$\bar{x}$	y
6°C.	4cm. n=7	V	8,48	15,09	52,85	9,46	7,22	8,17	3,31	9,96
		B.	11,34	12,3	53,28	12,72	7,72	5,54	3,61	11,08
	8cm. n=45	V	10,01	10,38	51,71	17,0	7,00	8,71	3,37	12,75
		B.	9,95	12,0	53,82	13,13	6,80	7,94	3,32	13,25
	12cm. n=15	V	9,29	11,73	60,60	13,59	6,41	7,80	3,41	8,79
		B.	8,98	20,0	61,21	9,65	6,61	3,47	3,55	9,01
12°C.	8cm. n=13	V	9,12	18,64	55,16	9,91	7,06	11,61	3,24	18,15
		B.	9,87	14,1	58,16	22,79	6,88	11,04	3,19	15,67
	12cm. n=40	V	8,64	13,07	59,75	12,40	6,55	9,61	2,95	11,86
		B.	8,68	19,5	59,21	19,01	6,68	9,73	3,00	9,66
22°C.	4cm. n=40	V	9,18	14,70	65,96	19,46	7,28	11,26	3,48	12,35
		B.	9,58	0,93	58,13	17,95	6,90	13,76	3,25	13,23
	12cm. n=9	V	8,17	16,40	65,62	14,44	5,97	6,70	2,83	8,12
		B.	8,34	10,7	61,62	17,00	5,93	1,18	2,74	9,12

Tabelle 10

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der untersuchten Blumeßwerte am Vorbelastungs- (VB-) und Belastungstag (B.) von verschiedenen Wollstapellängengruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen.

Wolle			α -Globulin/g		β -Globulin/g		γ -Globulin/g	
			$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v
6°C.	4cm. n=7	V	0,95	8,42	0,49	26,53	2,46	15,44
		B.	1,00	9,00	0,48	27,08	2,66	13,53
	8cm. n=45	V	1,02	14,70	0,43	27,90	2,15	25,11
		B.	1,03	15,53	0,43	27,90	2,01	25,87
	12cm. n=15	V	0,95	15,78	0,39	20,51	1,65	22,42
		B.	1,03	12,62	0,41	29,26	1,59	16,35
12°C.	8cm. n=13	V	1,02	11,76	0,43	32,55	2,36	15,67
		B.	1,04	15,38	0,46	23,91	2,18	15,13
	12cm. n=40	V	1,00	13,00	0,52	26,92	2,06	19,41
		B.	1,01	15,84	0,57	22,80	2,07	18,35
22°C.	4cm. n=40	V	1,21	14,87	0,54	22,22	1,84	29,34
		B.	1,18	11,01	0,48	27,08	1,80	28,88
	12cm. n=9	V	0,92	17,39	0,48	20,83	1,72	8,13
		B.	0,97	14,43	0,47	40,42	1,74	17,81

Tabelle 11

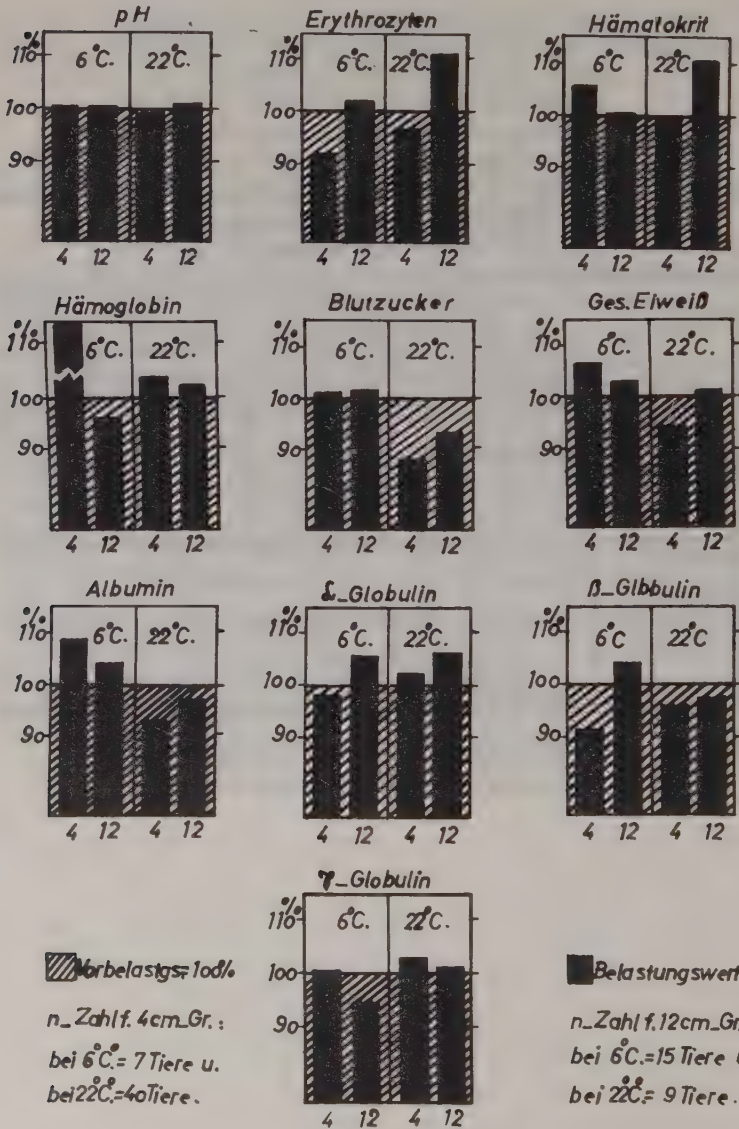
Die Varianzanalysen-
ergebnisse (F-Werte) der untersuchten Blutmeßwerte von den verschie-
denen Wollstapellängengruppen bei unterschied-
lichen Außentemperaturen.

Wolle													abs(g.)		rel(%)				
Auß. W.	Wolle	n-Zahl	pH	spez. Leitfähigkeit	Erythrozyten	Häma tokrit	Hämoglobin	Blutzucker	Ges. Eiweiß	Albumin	Globuline			Albumin			Glob.		
											↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
6°C.	4cm.	n=7	-	.	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8cm.	n=45	++	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12cm.	n=15	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12°C.	8cm.	n=13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12cm.	n=40	+	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22°C.	4cm.	n=40	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12cm.	n=9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ = $p < 0.05$, ++ = $p < 0.01$, +++ = $p < 0.001$ und - = nicht signifikant.

Darstellung 5

Die relativen Vergleiche zwischen den untersuchten Blutmeßwerten am Vorbelastungs- und Belastungstag von den kurz-(4cm.) und langwolligen(12cm.) Tieren bei 6° und 22°C. Außentemp.



6. Die untersuchten Meßgrößen.

Die Auswirkung der Wärmebelastung auf Atemzugzahl, Herzschlagzahl und Rektaltemperatur (die Meßgrößen) sollen nun im Zusammenhang mit dem Alter und der Wollstapellänge betrachtet werden. Eine Gegenüberstellung der Meßgrößen der einzelnen Altersgruppen bzw. der Wolllänge-Gruppen kann nicht ohne Berücksichtigung der Umwelttemperatur vor Einstellen in die Klimakammer erfolgen, da die jahreszeitlich bedingte Differenz zwischen Umwelttemperatur und Temperatur in der Klimakammer sehr verschieden sein kann und schon dadurch einen Einfluß auf die Meßgrößen ausüben kann.

6.1 Der Einfluß des Alters.

In der Tab. 12, Seite 50 und der Tab. 14, Seite 52 sind alle drei Meßgrößen der verschiedenen Altersgruppen angeführt.

Um bei der vorliegenden Untersuchung durch Tagesrhythmen bedingte Schwankungen nicht in Erscheinung treten zu lassen, wurden am Tag vor der Belastung die 11⁰⁰Uhr-Werte, während der Belastung das Mittel der 10⁰⁰Uhr- und 12⁰⁰Uhr-Werte und am Tag nach der Belastung wiederum die 11⁰⁰-Werte zur Gegenüberstellung herangezogen.

Bereits bei den Kontrollwerten konnte ein Einfluß des Alters auf die Atemzugzahl (AZ) festgestellt werden. Diese betrug bei 21 Jährlingen im 6°C-Außentemperaturbereich $44 \pm 16^{(1)}$, bei 13 Jährlingen im 12°C-Außentemperaturbereich $45 \pm 17,8^{(1)}$, während die fünfjährigen Schafe $38 \pm 8,4$ bzw. $35 \pm 8,0^{(1)}$ Atemzüge/Min. aufwiesen. Die Differenz zwischen ein- und fünfjährigen Schafen bei 12°C Außentemperatur ist mit $p < 0,05$ statistisch gesichert.

(1) In den Tabellen sind nur die davon abgeleiteten Variationskoeffizienten (v) angeführt worden, wobei $v = \frac{100 \ s}{x}$ ist.

Tabelle 12

Die 11Uhr-Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der Atemzugzahl/min. (AZ), Herzschlagzahl/min. (HZ) und Rektaltemperatur (RT) von verschiedenen Altersgruppen bei unterschiedlichen Außentemperatur am Vorbelastungs- (VB), Belastungs- (B.) und Nachbelastungs- (NB.)

Alter	Vorbelastungstag					Belastungstag					Nachbelastungstag				
	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT
Außentemperatur	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{x}$
6°C.	3 J. n=13	37	121,10	87	3,03	38,8°	33,9	20,8	14,23	94	5,81	39,6°	107	45	128,95
	4 J. n=9	40	146,30	94	12,58	38,8°	13,8	27,6	7,70	87	9,60	39,6°	120	42	131,92
	1 J. n=13	45	139,55	108	7,57	39,1°	16,9	297	19,24	99	14,83	40,6°	10,65	49	37,95
12°C.	3 J. n=9	32	69,6	97	1,557	37,7°	1,56	236	13,24	99	14,73	40,2°	0,86	40	28,37
	5 J. n=22	35	122,85	98	11,63	38,5°	13,2	258	13,93	99	11,24	39,1°	9,44	39	36,43
22°C.	1 J. n=20	50	129,04	108	9,48	39,3°	11,9	288	10,71	106	14,21	40,0°	10,79	78	14,56
	2 J. n=11	46	144,91	97	11,62	—	—	190	13,23	99	10,48	—	—	64	16,37

Tabelle 13

Die Varianzanalysenergebnisse (F-Werte) der oben angeführten physiolog. Meßgrößen.

Alter	Vorbelastungs-/Belastungstag				Vorbelastungs-/Nachbelastungstag				Belastungstag/Nachbelastungstag			
	AZ	HZ	RT		AZ	HZ	RT		AZ	HZ	RT	
6°C.	3 J. n=13	+++	+	++	-	+++	-	-	+++	-	+++	+
	4 J. n=9	+++	-	++	-	-	++	++	+++	-	+++	+
	1 J. n=13	+++	++	++	-	-	-	-	+++	+++	+++	+
12°C.	3 J. n=9	+++	-	-	-	-	-	-	+++	-	+++	+
	5 J. n=22	+++	-	-	-	-	-	-	+++	-	+++	-
22°C.	1 J. n=20	+++	-	+++	++	++	+	+	+++	+++	+++	+
	2 J. n=11	+++	+	+	-	-	+	+	+++	-	+++	+

++=p<0,05, +=p<0,01, +++=p<0,001 und -=nicht signifikant.

Während der Wärmebelastung sind die Differenzen zwischen Jährlingen und fünfjährigen Schafen bei 6°C : $F = 8,68^{++}$, 12°C : $F = 6,48^{+}$. Nach Belastung treten keine signifikanten Unterschiede auf.

Während die absoluten Differenzen zwischen den Altersgruppen bei der Belastung wesentlich höher sind als vor oder nach der Belastung, sind jedoch die relativen Unterschiede während der Belastung nur gering, Tab. 14, S. 52. Bezieht man die Jährlinge auf den jeweiligen Durchschnitt der fünfjährigen Schafe, so betragen ihre Werte bei 6°C -Außentemperatur 115,112 und 106%.

Die Atemzugzahl wird in allen Temperaturbereichen bei Tieren aller Jahrgänge durch die Wärmebelastung signifikant $p < 0,001$ erhöht. Dies ist verständlich, denn sie stellt neben der Wärmeabgabe über die Körperoberfläche den hauptsächlichsten Weg für den Wärmeaustausch Körper- Außenwelt dar. Zwischen den Werten vor der Belastung und den Werten nach der Belastung lassen sich keine signifikanten Werte erkennen. Die einzelnen Ergebnisse der Varianzanalysen (F-Werte) sind in den Tabellen 13 und 15, Seiten 50 und 52 angeführt.

Es erscheint beachtenswert, daß die Variationen der Atemzugzahlen innerhalb der Altersgruppen, erkennbar am Variationskoeffizienten v , vor und nach der thermischen Belastung im allgemeinen nicht groß sind. Während der Belastung selbst dagegen liegen diese Variationen relativ niedrig. Es wäre interessant, festzustellen, ob die zu dieser Zeit durchschnittlich gezählten Atemzugzahlen von 227 bis 293/Minuten (etwa 3,8 bis 4,9 Sek.) in der Nähe einer absolutmöglichen Grenze liegen und damit die geringere Schwankungsbreite in diesem Bereich erklärt werden könnte.

Die Wärmebelastung wirkt sich nach den vorliegenden Untersuchungen auf die Herzschlagzahl (HZ) bedeutend weniger aus, als auf die Atemzugzahl. Nur vereinzelt treten signifikante Unterschiede zwischen den Werten vor der

Darstellung 6

Die 11 Uhr-Mittelwerte der Atemzugzahl/min.(A.Z.), Herzschlagzahl/min.(H.Z.) und Rektaltemperatur(R.T.) von Jährlingen(1.J.) und 5jährigen(5.J.) Tieren am Vorbelastungs-(VB.), Belastungs-(B.) und Nachbelastungs-(NB.) bei 6°C. Außentemperatur.

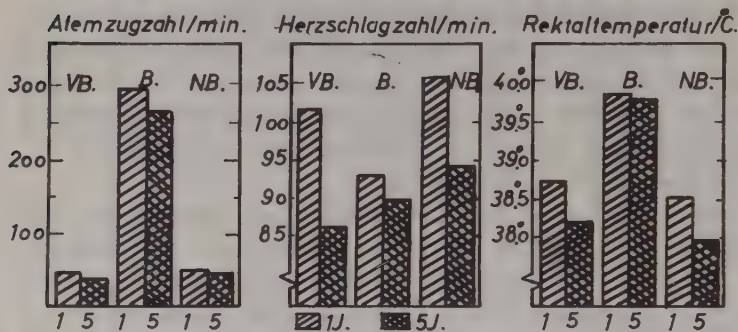


Tabelle 14

Die $\bar{x}$, v und die relativen Werte der oben angeführten physiolog. Meßgrößen.

Alter		Vorbeltastungs.			Belastungstag			Nachbelastungs		
		AZ.	HZ.	RT.	AZ.	HZ.	RT.	AZ.	HZ.	RT.
1 J. n=21	$\bar{x}$	44	101	38.8	293	94	39.8	46	105	38.6
	v	36.36	14.09	3.19	19.10	20.71	0.13	53.10	14.40	1.59
5 J. n=24	$\bar{x}$	38	88	38.3	260	91	39.7	43	95	38.1
	v	22.15	13.95	1.40	18.16	12.56	0.75	37.62	15.56	1.23
relat. Werte	1 J.	Vorbeltastgs-Werte			665	93	103	104	103	99
	5 J.	=100%			684	103	104	113	107	99
1 J.-rel. Werte 5 J.=100%		115	114	101	112	103	100	106	110	101

Tabelle 15

Die Varianzanalyseergebnisse(F-Werte) der oben angeführten phys. Meßgrößen.

Alter		Vorb./Belastg.			Vorb./Nachbelastg.			Belastg./Nachblst.		
		AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT
1 J.	n=21	+++	-	+	-	-	-	+++	-	+++
5 J.	n=24	+++	-	+++	-	-	-	+++	-	+++

*= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$, ***= $p < 0.001$ und - = nicht signifikant.

Belastung bzw. nach der Belastung und während der Belastung auf. Die Werte für die Herzschlagzahl (HZ) sind in den Tabellen 12 und 14 und ihre F-Werte in den Tabellen 13 und 15, Seiten 50 und 52 aufgeführt. In der Zeit vor der Belastung sind die Unterschiede in der Herzschlagzahl zwischen Jährlingen und fünfjährigen Mutterschafen bei beiden Gruppen signifikant, (6°C : $F = 8,87^{++}$, 12°C : $F = 7,61^{++}$) . Die Werte der Jährlinge, in ein prozentuales Verhältnis gesetzt zu denen der fünfjährigen Mutterschafe, zeigen gleichfalls, daß während der Belastung keine wesentlichen Alterseinflüsse festzustellen sind. In der Reihenfolge vor, während und nach der Belastung betragen die Relativzahlen der Jährlinge bei 6°C Außentemperatur 114, 103 und 110% der Werte für fünfjährige Schafe. Zwischen einjährigen und fünfjährigen Schafen zeigt sich vor der Belastung nur bei 12°C Außentemperatur eine signifikante Differenz.

Während der Belastung können keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

Nach der Belastung ist die Rektaltemperatur der Tiere bei 6°C Außentemperatur mit $p < 0,05$ bei den Jährlingen signifikant höher als die der fünfjährigen Tiere.

Die Wärmebelastung bringt bei der Rektaltemperatur im 6°C -Außentemperaturbereich für alle Tiere einen signifikanten Anstieg mit sich. Zwischen den Werten während der Belastung und denen nach der Belastung sind ebenfalls signifikante Unterschiede $p < 0,001$ festzustellen. Bei 12°C Außentemperatur zeigen sich signifikante Unterschiede bei den Jährlingen und in einem Fall (Belastung/Nachbelastung) bei den dreijährigen Schafen, während die fünfjährigen Tiere zwar eine Erhöhung der Rektaltemperatur aufweisen, die aber nicht signifikant ist. Die Relativzahlen der Jährlinge im Vergleich mit den Fünfjährigen sind bei der Rektaltemperatur von den drei untersuchten Merkmalen am geringsten und überschreiten 102% nicht.

Auf der Seite 55 sind in der Darstellung 7 die drei untersuchten Meßgrößen von allen drei Untersuchungstagen der Jährlinge und fünfjährigen Mutterschafe bei 6°C Außentemperatur graphisch dargestellt und ihre Mittelwerte und Variationskoeffizienten in der Tabelle 16, Seite 55 angeführt worden.

Außerdem gibt die Tabelle 17, Seite 56 ausführlich die Mittelwerte der untersuchten Meßgrößen der verschiedenen Altersgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen während der drei Untersuchungstage wieder.

Darstellung 7

Die Mittelwerte der Atemzugzahl/min., Herzschlagzahl/min. und Rektaltemperatur von Jährlingen(1J.) und 5jährigen(5J.) Tieren bei 6°C. Außentemperatur am Vorbelastungs-(VB.) und Nachbelastungstag(NB.) jeweils gemessen um 11Uhr, außerdem 7 Messungen vom Belastungstag(B.)

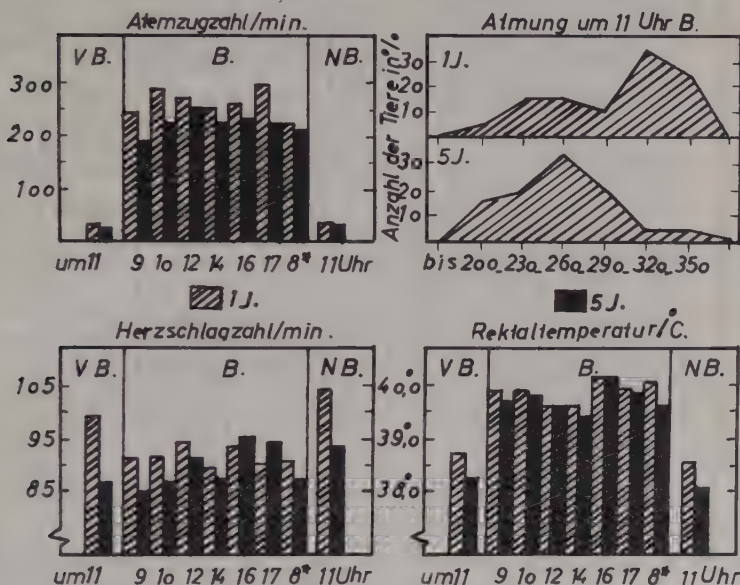


Tabelle 16

Die Werte u. die Variationskoeffizienten der oben angeführten Meßwerte.

Auß.-Temperatur 6°C		VB.		B.								NB.
		11Uhr	9	10	12	14	16	17	8	11Uhr		
Atmung in Min.	1J.	$\bar{x}$	43	255	297	281	262	267	306	235	45	
		v	3720	2379	2209	1886	1696	2166	1611	1837	5428	
	5J.	$\bar{x}$	37	197	232	255	235	242	233	217	43	
		v	2275	2391	1953	2216	2331	1912	2919	2215	3762	
Puls in Min.	1J. n=21	$\bar{x}$	100	92	92	95	90	94	91	91	105	
		v	14.66	11.84	11.02	16.30	10.71	9.86	11.78	10.36	14.40	
	5J. n=24	$\bar{x}$	87	86	87	92	88	96	95	88	94	
		v	14.11	12.73	13.68	13.21	15.19	14.76	13.17	15.57	15.73	
Rektal temp. in °C.	1J.	$\bar{x}$	38.8	39.9	39.9	39.6	39.6	40.2	39.9	40.1	38.6	
		v	3.19	1.20	1.17	1.61	1.57	1.91	1.17	1.70	1.39	
	5J.	$\bar{x}$	38.3	39.7	39.8	39.6	39.4	40.2	39.6	39.6	38.1	
		v	1.40	0.90	0.90	1.15	1.47	1.29	0.66	0.97	1.23	

*Um 8 Uhr des nächsten Tages, also am Ende der Belastung.

Tabelle 17

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der Atemzugzahl/min. (A.Z.), Herzschlagzahl/min. (H.Z.) und Rektaltemperatur (R.T.) von den verschiedenen Altersgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen am Belastungstag.

Alter		Vorbelastg.			Belastung										Nachbelastg.				
		11 ⁰⁰ Uhr	9 ⁰⁰ Uhr	10 ⁰⁰ Uhr	12 ⁰⁰ Uhr	14 ⁰⁰ Uhr	16 ⁰⁰ Uhr	17 ⁰⁰ Uhr	8 ⁰⁰ Uhr	11 ⁰⁰ Uhr									
4 u. 6°C.	Gr. AZH...	x	v	x	v	x	v	x	v	x	v	x	v	x	v				
	3 J. AZ	37	1210	181	13105	207	16625	208	1888	204	13259	220	12105	226	1533	233	1855	45	1285
	n=13 HZ	87	1303	94	686	91	668	97	1126	96	728	97	758	95	766	94	396	99	903
	RT	384	1339	397	123	395	121	395	110	395	123	397	133	398	147	398	158	384	156
6°C.	4 J. AZ	40	14630	276	1876	291	1793	255	1284	262	1460	243	1937	225	12008	209	1268	42	1392
	n=9 HZ	94	11258	91	1925	90	1876	85	1344	91	1001	90	11029	93	11311	82	879	95	1894
	RT	388	138	398	1066	408	1129	397	137	398	137	398	164	392	1071	398	160	377	157
	1 J. AZ	45	13955	250	12461	306	12031	289	12197	272	1807	270	11928	276	11916	254	14083	49	3795
12°C.	n=13 HZ	108	1757	106	1864	101	1779	97	1535	99	1721	101	1568	105	827	105	1666	114	789
	RT	391	1169	401	1074	403	1074	406	1073	408	1110	405	1154	407	1120	409	1097	385	1195
	3 J. AZ	32	1696	217	12228	234	1980	238	1138	234	11888	229	15717	245	11929	203	12193	40	12837
	n=9 HZ	97	1554	96	1923	110	1545	110	1513	102	1700	100	877	99	1706	88	1439	106	11132
22°C.	RT	377	1156	396	1083	396	1079	399	1120	401	1074	401	1116	404	1074	407	1115	382	143
	5 J. AZ	35	12285	224	12221	267	11801	338	11061	242	1960	248	11202	266	17555	207	17755	39	3643
	n=22 HZ	98	11163	97	1480	100	1332	99	11106	100	838	101	1726	100	1714	93	1532	104	936
	RT	385	123	397	1061	400	1100	399	1075	401	111	401	1182	407	1164	408	1188	381	248
22°C.	1 J. AZ	50	12904	250	12546	281	11538	296	11185	279	14777	295	11051	274	1321	290	11689	78	4567
	n=20 HZ	108	1948	110	1710	105	1562	106	1617	105	1827	104	1832	99	1588	104	1725	120	865
	RT	393	1119	398	1109	399	1090	399	1093	398	1070	400	1082	399	1066	403	1140	389	123
	2 J. AZ	46	14491	130	14424	165	11948	220	13190	336	11870	289	12891	201	11641	215	12369	64	16317
22°C.	n=21 HZ	91	11162	92	1970	84	1096	81	1697	97	1743	91	1951	83	11136	83	11336	84	11128
	RT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.2 Der Einfluß der Wollstapellänge.

Ein Einfluß der Wollstapellänge auf die Atemzugzahl der verschiedenen Wollgruppen konnte schon bei den Kontrollwerten am Vorbelastungstag festgestellt werden. Die langwolligen Tiere hatten eine höhere Atemzugzahl als die kurzwolligen Tiere. Außerdem blieb im Gegensatz zu den kurzwolligen ihre Atemzugzahl pro Minute bei höheren Außentemperaturen gleich.

Durch die Wärmebelastung war eine starke Erhöhung der Atemzugzahl bei allen Wollgruppen zu erkennen. Schon eine Stunde nach der Wärmebelastung stiegen die Atemzüge aller Wollgruppen bis auf das sechsfache (457 bis 642%) an und zwei Stunden später erreichten die Atemzüge mit der siebenfachen Steigerung (458 bis 731%) den höchsten Wert. Diese Werte blieben während der Belastung mehr oder weniger unverändert erhalten.

Die Atemzugzahlen fielen während der Belastung mit höher werdender Außentemperatur, insbesondere bei den langwolligen Tieren zwei Stunden nach einem Maximum ab. Während die kurzwolligen Tiere ihre Atemzüge mit fortlaufender Belastungsdauer erhöhten, war bei den langwolligen Tieren eine Unregelmäßigkeit (Tab. 18 und 19, Seiten 58 und 59) der Atemzüge erkennbar. Weiterhin geht aus den Tabellen hervor, daß die Atemfrequenz der langwolligen Tiere (12 cm-Gruppe), während der Belastung höher als die der kurzwolligen (8 cm-Gruppe) waren, wobei am Ende der Belastung beide Wollgruppen gleich in der Anzahl der Atemzüge waren. Diese Tatsache läßt erkennen, daß die starke Schweißansammlung in der langen Wolle sich nachteilig auf die Wärmeregulation der langwolligen Tiere auswirkte. Erst später wirkte sich die allmähliche Trocknung der Wolle gut auf die Wärmeregulation der langwolligen Tiere aus und daher fiel bei ihnen die Zahl der Atemzüge am Ende der Belastung bis auf die gleiche Anzahl Atemzüge wie die der kurzwolligen Tiere.

Tabelle 18

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der Atemzugzahl/min.(AZ.), Herzschlagzahl/min.(HZ.) und Rektaltemperatur (RT.) von den verschiedenen Wollgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen am Belastungstag.

Wolle		Vorbelastg.		Belastung																Nachbelast	
				11 ⁰⁰ Uhr	9 ⁰⁰ Uhr	10 ⁰⁰ Uhr	12 ⁰⁰ Uhr	14 ⁰⁰ Uhr	16 ⁰⁰ Uhr	17 ⁰⁰ Uhr	8 ⁰⁰ Uhr	11 ⁰⁰ Uhr									
Auße	Gr.	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v	$\bar{x}$	v		
6°C.	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ		
	8cm.	n=45																			
12°C.	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ		
	12cm.	n=40																			

Darstellung 8

Die Mittelwerte der Atemzugzahl/min, Herzschlagzahl/min und Rektaltemperatur von kurz-(4cm.) und langwolligen(12cm.) Tieren bei 22°C. Außentemperatur am Vorbelastungs-(VB.) und Nachbelastungstag(NB.) jeweils gemessen um 11Uhr außerdem 7 Messungen vom Belastungstag(B.).

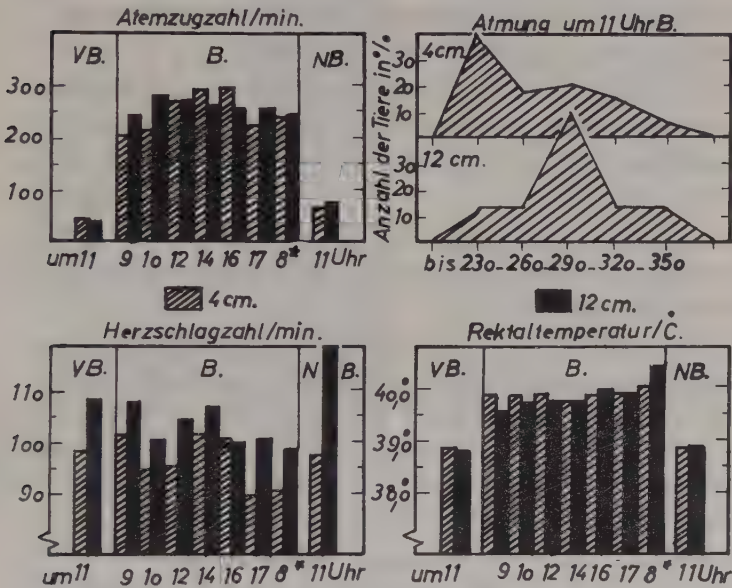


Tabelle 19

Die $\bar{x}$ und $\bar{v}$ der oben angeführten 3 untersuchten Meßgrößen.

Auß.-Temperatur 22 °C.		VB.		B.								NB.
		11Uhr	9	10	12	14	16	17	8	11Uhr		
Atmung in Min.	4cm.	$\bar{x}$	48	210	220	268	291	295	233	245	66	
		$\bar{v}$	31.85	41.56	31.17	23.39	17.89	15.10	23.79	25.02	57.04	
	12cm.	$\bar{x}$	44	241	277	269	271	258	251	247	83	
		$\bar{v}$	28.27	11.58	12.92	1.34	11.82	10.80	9.66	22.38	17.43	
Puls in Min.	4cm. n=40	$\bar{x}$	99	102	95	96	102	101	90	91	98	
		$\bar{v}$	13.32	11.38	14.81	13.41	9.02	10.42	13.51	15.80	20.22	
	12cm. n=9	$\bar{x}$	109	108	101	105	107	100	101	99	120	
		$\bar{v}$	7.27	7.74	8.57	8.57	9.97	8.24	4.64	11.77	14.52	
Rektaltemp. in °C.	4cm.	$\bar{x}$	38.9	39.9	39.9	39.9	39.8	39.9	39.9	40.1	38.9	
		$\bar{v}$	1.14	1.03	0.90	0.93	0.70	0.79	0.66	0.99	1.23	
	12cm.	$\bar{x}$	38.8	39.6	39.8	39.8	39.8	40.0	39.9	40.5	38.9	
		$\bar{v}$	0.68	1.12	0.70	1.09	1.17	0.93	0.82	1.69	1.49	

* Um 8 Uhr des nächsten Tages, also am Ende der Belastung.

Die Herzfrequenz der langwolligen Schafe war an allen drei Untersuchungstagen und bei den drei Außentemperaturbereichen (bis 6° , bis 12° und bis 22°C) stets höher als die der kurzwolligen Schafe. Die Belastungswerte lassen sowohl in den Außentemperaturbereichen als auch bei den Wollgruppen keine klare Tendenz erkennen.

Bei der Diskussion der Rektaltemperatur ist zunächst bei allen Gruppierungen festzustellen, daß die Werte am Vorbelastungstag annähernd gleich lagen; siehe Tab. 18 und 19, S. 58 und 59.

Während der Belastung lagen die Temperaturwerte um durchschnittlich 1°C höher und zeigten am Nachbelastungstag wieder den Ausgangswert.

Um bei der vorliegenden Untersuchung durch Tagesrhythmen bedingte Schwankungen nicht in Erscheinung treten zu lassen, wurden am Tage vor der Belastung die 11^{00} Uhr-Werte, während der Belastung das Mittel der 10^{00} Uhr- und 12^{00} Uhr-Werte und am Tage nach der Belastung wiederum die 11^{00} Uhr-Werte zur Gegenüberstellung herangezogen.

Die Tabellen 20 und 22, Seiten 61 und 62 geben die 11^{00} -Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der Atemzugzahl/Min., der Herzschlagzahl/Min. und der Rektaltemperatur der verschiedenen Wollgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen an den drei Untersuchungstagen mit deren Varianzanalysenergebnisse - F-Werte - (Tab. 21 und 23) wieder.

Es ist auf mehrfach geprüft worden, ob durch die Wärmebelastung signifikante Unterschiede in den untersuchten Meßgrößen zwischen den verschiedenen Wollgruppen bei niedrigen bzw. höheren Außentemperaturen und innerhalb der einzelnen Wollgruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen entstanden sind. Diese Prüfung brachte keine Aussage, da sämtliche F-Werte keine signifikanten Unterschiede zeigen.

Tabelle 20

Die 11Uhr-Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der Atemzugzahl/min.(AZ.), Herzschlagzahl/min.(HZ.) und Rektaltemperatur(RT.) verschiedenen Wollstapel-längengruppen bei unterschiedlichen Außentemperaturen am Vorbelastungs-(VB.), Belastungs-(B.) und Nachbelastungs-(NB.)

Wolle	Vorbelastungstag					Belastungstag					Nachbelastungstag								
	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT				
Außenz. Wollen. Zahl	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V			
6°C.	8cm n=45	37	12535	92	1246	385	235	240	2057	89	1194	397	097	43	3416	95	1446	382	1625
	12cm n=15	44	14013	101	1680	387	348	278	1774	100	2063	398	141	47	1425	108	1140	386	1344
	8cm n=13	36	12466	96	1258	365	155	244	1145	98	1269	399	020	49	1224	106	1139	378	12870
12°C.	12cm n=40	38	13626	104	1865	385	210	271	1681	98	1668	397	068	46	15354	105	11056	383	11731

Tabelle 21

Die Varianzanalyseergebnisse (F-Werte) der oben angeführten 3 untersuchten Meßgrößen.

Wolle	Vorbelastungs-/Belastungstag			Vorbelastungs-/Nachbelastungstag			Belastungs-/Nachbelastungstag		
	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT
6°C.	8cm n=45	+++	-	+	-	-	+++	+	+++
	12cm n=15	+++	-	-	-	-	+++	-	+++
12°C.	8cm n=13	+++	-	-	-	-	+++	-	+++
	12cm n=40	+++	+	-	-	-	+++	+	+++

++ = $p < 0.05$, +++ = $p < 0.01$, +++ = $p < 0.001$ und - = nicht signifikant.

Darstellung 9

Die 11Uhr-Mittelwerte der Atemzugzahl/min.(AZ), Herzschlagzahl/min.(HZ) und Rektaltemperatur(RT) von kurz-(4cm.) und langwolligen (12cm.) Tieren am Vorbelastungs-(VB.) Belastungs-(B.) und Nachbelastungs-(NB.) bei 22°C. Außentemperatur.

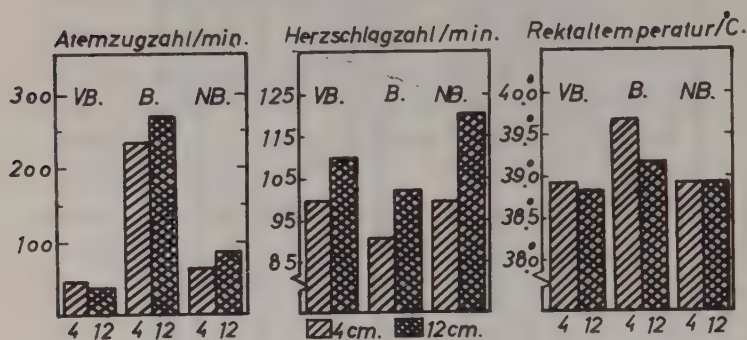


Tabelle 22

Die $\bar{x}$, v und die relativen Werte der oben angeführten physiologischen Meßgrößen.

Wolle		Vorbelastungs-			Belastungstag			Nachbelastung		
		AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT
4cm. n=40	$\bar{x}$	48	99	38.9	231	91	39.7	66	98	38.9
	v	31.85	13.32	4.61	29.96	15.36	0.83	57.04	20.22	14.56
12cm. n=9	$\bar{x}$	44	109	38.8	272	102	39.2	83	120	38.9
	v	28.27	7.27	0.68	12.50	7.84	0.79	-	-	-
relat. Werte	4cm.	Vorbelastgs.Wert = 100%			481	91	102	137	98	100
	12cm.				618	93	101	188	110	100
4cm.-rel.W. 12cm.=100%		109	90	100	84	89	101	79	81	100

Tabelle 23

Die Varianzanalysenergebnisse (F-Werte) der oben angeführten phys. Meßgrößen.

Wolle		Vorb./Belastg.			Vorb./Nachbelastg.			Belastg./Nachbels.		
		AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT	AZ	HZ	RT
4cm.	n=40	+++	+	+	+++	-	-	+++	-	+++
12cm.	n=9	+++	-	+++	.	.	.	+	-	++

+ = $p < 0.05$, ++ = $p < 0.01$, +++ = $p < 0.001$ und - = nicht signifikant.

7. Der Einfluß der Wärmebelastung auf das Verhalten der Schafe:

Neben den Untersuchungen der physiologischen Meßgrößen und Blutmeßwerte ist auch das Verhalten der Schafe während und nach der Wärmebelastung beobachtet worden. Diese Beobachtungen wurden stündlich durchgeführt.

Trotz der 24-stündigen Wärmebelastung war bei den Schafen keine Abweichung vom normalen Verhalten beobachtet worden. Ein großer Teil der Tiere lag die meiste Zeit über und kaute wieder. Die Futteraufnahme und das Wiederkäuen waren bei den meisten Schafen gut und ununterbrochen zu beobachten. Besonders gut war die Futteraufnahme bei den jungen und langwolligen Schafen.

Nachteiliges konnte nicht beobachtet werden und selbst die zehn tragenden Mutterschafe überstanden die Wärmebelastung gut. Ermüdungserscheinungen, die durch die Wärme hervorgerufen wurden, waren nur bei 4% der Tiere zu beobachten. Hiervon waren nur die alten Mutterschafe betroffen. Drei Stunden nach dem Belastungsende waren aber auch bei ihnen diese Anzeichen von Müdigkeit verschwunden.

Es wurde während der Belastung bei einigen Tieren Nasenfluß und zum Teil auch Speichelfluß beobachtet. Diese Erscheinungen, die jedoch im Laufe der Belastung verschwanden, waren hauptsächlich bei Jährlingen mit verhältnismäßig kurzwolligem Vlies und lediglich bei Tieren, die aus einem niedrigen Außentemperaturbereich kamen vorhanden.

Während der Zeit der Belastung war bei 6 Jährlingen und 5 Mutterschafen ein ungestörter Brunstablauf zu beobachten.

Bereits drei Stunden nach Belastungsende zeigten die Versuchstiere keinerlei Anzeichen einer negativen Nachwirkung der 24-stündigen Wärmebelastung. Die Abbildungen auf Seite 64 zeigen einige Verhaltensformen der Schafe während und nach der Belastung.

Das Verhalten



Typische Stellung der Jährlinge bei den ersten Stunden der Wärmebelastung. Ganz munter und aufmerksam.



Die typische Stellung der älteren Mutterschafe. Dies war noch deutlicher bei den hochtragenden Mutterschafe.



x)

Zwei bis vier Stunden nach dem Wärmebelastungsende, lagen die meisten Tiere nach der Futteraufnahme ruhig aber ohne Ermüdungserscheinungen.



x)

Beide Abb. sind nach Änderung von Albl 1966 übernommen worden.

8. Diskussion

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist es, anhand der erfaßten Blutmeßwerte, der physiologischen Meßgrößen und der dauernden Beobachtung der Verhaltensweise die Reaktion von 180 Tieren der Deutschen Merinolandschaf-rasse auf einen einmaligen 24-stündigen Stress durch Wärmebelastung von $+35^{\circ}\text{C}$ bei 65% relativer Luftfeuchtigkeit zu prüfen. Weiterhin hatten die Untersuchungen zum Ziel herauszufinden, ob und in welcher Zeit den Tieren die Überwindung der Belastungseinflüsse möglich ist.

Es wurden untersucht:

a.) Blutwerte:

Erythrozytenzahl, Haematokrit, Haemoglobingehalt, Blutzucker, Gesamteiweiß, Eiweißfraktionen, pH-Wert und die spezifische Leitfähigkeit.

b.) Physiologische Meßgrößen:

Atemzugzahl/Min., Herzschlagzahl/Min. und die Rektaltemperatur.

c.) Verhaltensweise der Tiere:

Es wurde auf die Futteraufnahme, Verdauungstätigkeit, Unruheerscheinungen, sichtbare pathologische Veränderungen und auf den Sexualzyklus geachtet.

Für die Blutwerte ergab die biometrische Auswertung signifikante Unterschiede in der spezifischen Leitfähigkeit bei allen Tieren, ohne Unterschied des Alters, bei einer Wollstapellänge von 12 cm, wenn sie aus einer Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ und 12°C in die Belastungstemperatur überzuwechseln hatten. Ein- und dreijährige Tiere ohne Unterschied der Wollstapellänge zeigten die gleichen Werte bei einer Vorbelastungstemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$.

Signifikante Unterschiede in den pH-Werten zwischen Vorbelastungs- und Belastungszeit sind für alle Tiere ohne Unterschied des Alters mit einer Wollstapellänge

von 8 cm errechnet, wenn sie einer Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt waren. Darüber hinaus zeigten die Gruppe der drei- und fünfjährigen Tiere bei der gleichen Vorbelastungstemperatur signifikante pH-Wert-Änderungen und zwar ohne Unterschiede der Wollstapel-länge. Änderungen des Hb-Gehaltes errechnen sich signifikant für alle Tiere ohne Unterschied des Alters, die einer Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt waren und eine Wollstapellänge von 4 cm hatten. Biometrisch erfaßbare Änderungen des Blutzuckergehaltes finden sich nur bei den Jährlingen nach Überstellung in die Klimakammer aus einer Vorbelastungstemperatur von $+22^{\circ}\text{C}$. Gelegentliche Schwankungen beim Gesamteiweiß und Verschiebungen innerhalb der Eiweißfraktionen sind zwar gemessen, doch biometrisch nicht erfaßbar.

Bemerkenswert an diesen Ergebnissen ist die ungleich schnellere Reaktion der Blutwerte junger Tiere gegenüber denen der älteren, wie auch der Einfluß der Wollstapellänge von 12 cm bei allen Altersgruppen bei der Überstellung in die Belastung aus niedrigen Vorbelastungstemperaturen. Interessanterweise steigt der Hb-Gehalt bei allen Tieren mit kurzem Vlies dann sehr merkbar an, wenn sie große Temperaturunterschiede zu überwinden hatten. Wie bekannt, intensiviert sich der Stoffwechsel bei niedrigen Außentemperaturen zur Erzeugung notwendiger Eigenwärme. Der Anstieg des Hb-Gehaltes erhöht die Fähigkeit zum Sauerstofftransport pro Erythrozyt. Das in diesem Versuch beobachtete und errechnete Phänomen der Haemoglobin-Anreicherung muß hier wohl im Zusammenhang gesehen werden mit der eindeutig rascheren, aber flacheren Atmung, welcher eine Erhöhung der Pulsfrequenz nicht in jedem Falle beigeordnet war. Infolge der Hb-Anreicherung war es demnach dem Organismus möglich, das Sauerstoff-Defizit an der Peripherie auszugleichen. Die spezifische Leitfähigkeit der Blutflüssigkeit ist unter anderem abhängig von der Viskosität, also vom Verhältnis der Eiweißfraktionen zueinander und auch von der Dissoziation der Salze und anderer organischer Ionen.

Da signifikante Unterschiede für den Gesamteiweißgehalt und die Eiweißfraktionen nicht errechnet werden konnten, ist eine Erklärung für die starke Verschiebung der spezifischen Leitfähigkeit infolge der Belastung mit höheren Temperaturen aus der gegebenen Versuchsanordnung nicht abzuleiten. Auffallend ist der Einfluß der Wollstapellänge von 12 cm für alle Tiere ohne Unterschied des Alters auf diese Größenänderung. Ohne daß Messungen der Salzkonzentration erfolgt sind, ist in diesem Zusammenhang der Schluß erlaubt - da Tiere mit dem längsten Vlies zwangsläufig stärker transpirieren - daß mit der verstärkten Transpiration Salzverluste entstehen, die auf die spezifische Leitfähigkeit der Blutflüssigkeit zwingend Einfluß nehmen.

Auf einen bemerkenswerten Sachverhalt stößt die Messung des Blutzuckergehaltes aller Tiere unter dem Einfluß der unterschiedlichen Außentemperaturen, Zwar ergibt die biometrische Auswertung einen signifikanten Unterschied nur für die Jährlinge, die aus einer Außentemperatur von $+22^{\circ}\text{C}$ in die Klimakammer gebracht wurden - hier fallen die Blutzuckerwerte stark ab - doch waren meßbare Blutzucker-Gehaltsabnahmen auch bei allen anderen Tieren feststellbar, die aus einer Außentemperatur von 22°C zur Belastung kamen. Auffallenderweise ist der Blutzuckergehalt bei allen Tieren des Versuches nahezu gleich bei den Außentemperaturen von $+6^{\circ}\text{C}$ und $+12^{\circ}\text{C}$ und der Belastungstemperatur von $+35^{\circ}\text{C}$.

Ein relativer Blutzucker-Gehaltsanstieg unter einer Außentemperatur von 22°C findet sich für alle Gruppen ohne Unterschied des Alters und der Wollstapellänge.

Das Ansteigen des Blutzuckerspiegels bei konstanter Nahrungsaufnahme läßt stets auf eine Verminderung der Stoffwechselintensität schließen. Wie in der Literatur-Übersicht angegeben, ermittelten SCHOLANDER (1950) und GRAHAM (1959) für Schafe in gut genährtem Zustand eine Neutraltemperatur von $+24$ bis 27°C .

Als Neutraltemperatur wird jener Temperaturbereich angesehen, der für eine Tierart, Rasse oder ein Individuum am besten verträglich ist, daß heißt, der Körper hat keine

zusätzliche Energie zur Abwehr eines belastenden Kälte- oder Wärmeeinflusses aufzubringen.

Da in der vorliegenden Versuchsanordnung nur vier Temperaturbereiche gegeben sind, und die Blutzuckerbestimmungen in allen Bereichen mit Ausnahme der Außentemperatur von $+22^{\circ}\text{C}$ übereinstimmen, erklärt sich der Anstieg des Blutzuckerspiegels in diesem Temperaturbereich als Annäherungswert an die Neutraltemperatur.

Die signifikante Erhöhung der Atemzugzahl erklärt sich folgerichtig aus dem verringerten Temperaturgefälle von Körpertemperatur zu Umwelttemperatur. Diese natürliche Kompensation ist zu lange bekannt, als daß sie hier noch erörtert werden müßte.

Die gemessene Herzschlagzahlen/Min. zeigen signifikante Unterschiede nur für diejenigen Jährlinge, die aus einer Vorbelastungstemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$ zur Belastung kamen. Die raschere und deutlichere Reaktion der Jungtiere wurde bei allen Versuchsanstellungen dieser Arbeit regelmäßig gemessen, sie findet sich auch bei den gleichen Tieren nach Beendigung der Belastung in der Erholungsphase. Für die Rektaltemperatur ergeben sich deutliche Erhöhungen für alle Tiere ohne Unterschied des Alters und der Wollstapellänge, welche die in diesem Versuch größte Temperaturdifferenz von $+6^{\circ}\text{C}$ bis $+35^{\circ}\text{C}$ zu überwinden hatten. Erwartungsgemäß reagieren auch hier die Jährlinge empfindlicher, indem bei ihnen signifikante Unterschiede auch dann gefunden wurden, wenn sie aus der Außentemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$ und selbst noch aus der Außentemperatur von 22°C in die Klimakammer überstellt wurden. Deutlichen Einfluß auf die Änderung der Rektaltemperatur unter der Wärmebelastung nimmt die Wollstapellänge. So erhöht sich die Rektaltemperatur bei allen Tieren ohne Unterschied des Alters mit einer Wollstapellänge von 8 cm bei jenen Gruppen, die den Vorbelastungstemperaturen von $+6^{\circ}\text{C}$ und $+12^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt waren, die Wollstapellänge von 12 cm beeinflußt den Anstieg der Rektaltemperatur auch noch bei all jenen Tieren, die die geringe Temperaturdifferenz von $+22^{\circ}\text{C}$ bis $+35^{\circ}\text{C}$ zu überwinden hatten.

Das unter der Belastung beobachtete Verhalten der Tiere zeigte einige unterschiedliche Reaktionen zwischen jungen und alten Tieren. Einzelne ältere Tiere nahmen das Futter nur zögernd und zeigten während der ersten drei Stunden der Belastung deutliche Ermüdungserscheinungen. Bei den jungen Tieren war die Futteraufnahme im Vergleich zur Vorbelastungszeit unverändert, der bei einigen Tieren beobachtete Speichelfluß und Nasenausfluß blieb während der ganzen Belastung bestehen. Von dieser Erscheinung waren jedoch nur diejenigen Tiere ohne Unterschied des Alters betroffen, die die kürzeste Wolle von 4 cm trugen. Allgemein verharrten alle Tiere unter der Belastung meist liegend, Störungen der Pansentätigkeit und des Wiederkäuens wurden nicht beobachtet. Äußere Brunsterscheinungen während der Belastungszeit wurden bei 11 Tieren gesehen.

Zur Beantwortung der zweiten Frage dieser Arbeit nach der Fähigkeit der Tiere, den einmaligen 24-stündigen Wärmestress zu überwinden, mußte aus betriebstechnischen Gründen auf eine erneute Untersuchung der Blutwerte verzichtet werden. Die Maßnahme war zu verantworten, da einschneidende Änderungen bei den Blutwerten als Folge der Belastung nicht zu verzeichnen waren.

Die Messung von Atemzugzahl, Herzschlagzahl und Rektaltemperatur wurde drei Stunden nach Beendigung der Belastung wiederholt. Nachwirkungen der Belastung konnten bei keinem der Versuchstiere zu diesem Zeitpunkt festgestellt werden.

Anhand der oben berichteten Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen ist festzustellen, daß junge Tiere mit längerem Vlies die ihnen zugemuteten Belastungen unter den Bedingungen des Versuches während 24 Stunden mit den geringsten Nachwirkungen überstehen. Ältere Tiere, vor allem ältere Mutterschafe leiden unter der gleichen Belastung deutlich längere Zeit, doch waren alle Tiere imstande, die Einwirkungen des Wärmestress zu überstehen.

Der Zeitraum bis zur vollständigen Restauration währte bei keinem dieser Tiere länger als drei Stunden. Die in der Einleitung angeschnittene Frage nach der Fähigkeit dieser Rasse, in tropischen Klimaten ohne wesentlichen Leistungsabfall leben zu können, ist unter den Bedingungen des durchgeführten Versuches nicht zu beantworten.

9. Zusammenfassung

Die durchgeführten Blutuntersuchungen, die Abnahme der physiologischen Meßgrößen und die Beobachtung des Verhaltens der Versuchstiere vor und während der Belastung ergab folgende Resultate:

a.) Blutwerte:

Signifikante Unterschiede ergaben sich für die Leitfähigkeit bei den 1- und 3jährigen Tieren mit einer Vorbelastungstemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$; ferner für alle Tiere ohne Unterschied des Alters mit einer Wollstapellänge von 12 cm bei der Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ und $+12^{\circ}\text{C}$.

Der pH-Wert änderte sich signifikant für die 3- und 5jährigen Tiere bei der Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$, und bei allen Tieren ohne Unterschied des Alters mit einer Wollstapellänge von 8cm bei der Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$.

Der Hb-Gehalt zeigte Signifikanz nur für die Tiere mit einer Wollstapellänge von 4 cm bei der Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$.

Der Blutzuckergehalt änderte sich signifikant nur bei den Jährlingen in der Vorbelastungstemperatur von $+22^{\circ}\text{C}$.

Für alle anderen Blutwerte konnten signifikante Unterschiede nicht errechnet werden.

b.) Physiologische Meßgrößen:

Atemzugzahl: Die Unterschiede der Atemzugzahlen vor und während der Belastung erwiesen sich als hochsignifikant für alle Versuchstiere ohne Unterschied der Vorbelastungstemperatur und der Wollstapellänge.

Herzschlagzahl: Signifikant unterscheiden sich hierbei nur die gemessenen Werte bei den 1jährigen mit einer Vorbelastungstemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$.

Rektaltemperatur: Signifikante Unterschiede finden sich bei allen Tieren bei einer Vorbelastungstemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$, bei allen Jährlingen auch bei den Vorbelastungstemperaturen von $+12^{\circ}\text{C}$ und $+22^{\circ}\text{C}$. Die

Die Wollstapellänge von 8 cm zeigt Unterschiede für die Gruppe mit Vorbelastungstemperaturen von $+6^{\circ}\text{C}$ und $+12^{\circ}\text{C}$, die Wollstapellänge von 12 cm auch bei Vorbelastungstemperaturen von $+22^{\circ}\text{C}$.

Die Unterschiede der genannten Werte zwischen Belastungs- und Nachbelastungszeit stellen sich wie folgt dar:

Atemzugzahl: Die Atemzugzahlen erweisen sich als hochsignifikant für alle Tiere ohne Unterschied des Alters und der Wollstapellänge, bis auf die Tiere mit Wollstapellänge von 12 cm bei der Vorbelastungstemperatur von $+22^{\circ}\text{C}$.
Herzschlagzahl: Die Herzschlagzahl war hochsignifikant für Jährlinge, jedoch nur bei Vorbelastungstemperaturen von $+6^{\circ}\text{C}$ und $+12^{\circ}\text{C}$. Signifikant ergab sich für die Tiere mit der Wollstapellänge von 12 cm bei $+12^{\circ}\text{C}$.

Rektaltemperatur: Bei Außentemperaturen von $+6^{\circ}\text{C}$ war die Rektaltemperatur hochsignifikant für alle Altersstufen; für 1- und 3jährige bot sich dasselbe Bild auch bei der Außentemperatur von $+12^{\circ}\text{C}$ und für Jährlinge noch bei der Außentemperatur von $+22^{\circ}\text{C}$. Ein Einfluß unterschiedlicher Wollstapellänge ist nicht erkennbar.

c.) Verhaltensweisen der Tiere:

Unter der Belastung verharrten die Tiere meist liegend. Das Wiederkauen war ungestört. Die Futteraufnahme war durchgehend unverändert, nur bei einigen älteren Tieren zögernd. Ermüdungserscheinungen wurden zu Beginn der Belastung bei ca. 4% der Tiere beobachtet, wovon allerdings vorzüglich die alten Mutterschafe betroffen waren. Drei Stunden nach Belastungsende verschwanden jedoch diese Ermüdungserscheinungen bei allen betroffenen Tieren. Speichelfluß und Nasenausfluß waren vereinzelt zu Belastungsbeginn zu beobachten. Diese Erscheinung zeigte sich jedoch nur bei Tieren mit kurzem Vlies und auch nur dann, wenn sie aus niedrigen Vorbelastungstemperaturen ($+6^{\circ}\text{C}$) in die Klimakammer überstellt worden waren. Bei 11 Tieren wurde ein ungestörter Brunstlauf beobachtet.

Am Nachbelastungstag zeigten alle Tiere das an ihnen von vor der Belastung gewohnte Verhalten.

S u m m a r y

The blood investigations, the reduction in the physiological sizes and the observation of the general conditions of the experimented animals as conducted before and during the loading-stage gave the following results:

a.) Blood-values:

Significant differences in the special conductivity occurred with the 1 and 3 years aged animals, kept at a preloading temperature of 12° C. Farther the animals of the same age with staple length of wool about 12 cm showed significant differences at a preloading temperature of 6° and 12° C.

The pH-values changed significantly with 3 and 5 years aged animals at a preloading temperature of 6° C. The animals of the same age having wool-staple length of 12 cm showed significant changes in the pH-values at a preloading temperature of 6° C.

The content of the blood-sugar changed significantly only with the case of yearlings at a loading temperature of 22° C. No significant differences were found in the case of other blood-values.

b.) Physiological sizes:

Respiration: The variations in the frequency of respirations before and during the loading temperature were highly significant for all the investigated animals irrespective of the differences of the preloading temperature and the staple length.

Pulse: Significant variations occurred with the animals of 1 year old at a preloading temperature of 12° C.

Rectal temperature: Significant differences existed with all the animals at a preloading temperature of 6° C, while with the yearlings in particular at the preloading temperature of 12° and 22° C. The staple length of 8 cm showed differences in the animal groups at the preloading-temperatures of 6° and 12° C, while the the wool-staple length of 12 cm at 22° C.

The differences in values between the loading and after-loading time may be represented as follows:

Respiration: The frequency of respiration was highly significant for all the animals irrespective of their ages and length of the staple, the exceptions are the animals with wool-staple length of 12 cm at the preloading temperature of 22° C.

Pulse: The frequency of the pulse-stript was highly significant in case with yearlings at the temperatures of 6° and 12° C. Significant results were also available for the animals with the wool-staple length of 12 cm at 12° C.

Rectal temperature: At an outer temperature of 6° C the rectal temperature of the animals of different ages were significant, for the 1 and 3 years old animals at the outer temperature of 12° C and for the yearlings at 22° C. The influence of the various staple length is not recognisable.

c.) General conditions:

Under the loading temperature the animals remain mostly in a resting position. The re-chewing was undisturbed. In the general fodder-uptake remained normal with the exceptions of a few older animals. At the initial loading-stage ca. 4% of the animals, particularly the old mother-sheeps, indicated signs of tiredness. After three hours of loading the tiredness were disappeared. In individual cases salivation and nasal effluence were observed at the beginning of the loading. This was the case with the animals of short fleece, kept at a lower preloading temperature (6° C) maintained in the climate-chamber. An undisturbed heat was observed with 11 animals. The after-stage of loading showed the conditions of the animals similar to the prestage of loading.

Literaturverzeichnis

- | | | |
|---|------|---|
| Abderhalden, E. | 1902 | Über den Einfluß des Höhenklimas auf die Zusammensetzung des Blutes
Zeitschrift für Biologie 43, 125 |
| | 1923 | Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden Abt. V, Organfunktion
Teil 4 I Kreislauf und Atmung.
Urban & Schwarzenberg Verlag -
Berlin - Wien |
| Albl, P. | 1966 | Untersuchungen an Fettschwanzschafen bei natürlicher Halungsweise in Südwestafrika
Dissertation Giessen |
| Albritton, E. C. | 1952 | Standard Values in Blood
W.B. Saunders Company -
Philadelphia . London |
| Alexander, G.
Mc Cance, I. | 1958 | Temperature regulation in the new-born lamb
Aust. J. agric. Res. 9, 339 |
| Amschler, F. | 1929 | Ein Akklimatisationsversuch von Merino-Fleisch-Schafen in Zentralasien.
Deutsche Schäferei-Zeitung 26. |
| Antweiler, H. J.
B., J./E., H./L., A.
S., B. und S., K. | 1957 | Die quantitative Elektrophorese in der Medizin.
Springer Verlag - Berlin .
Göttingen . Heidelberg |
| Armstrong, D. G.
B., K., L./C.J.L./
G., N., M. and W., F., W. | 1960 | Heat production and heat emission of two breeds of Sheep
J. agric. Sci. 55/3, 395 |
| Azarnia, C. | 1962 | Über die Auswirkung kurzzeitiger Temperaturbelastungen auf Körpertemperatur, Macht- und Schlachtleistungen, sowie einige physiologische Meßwerte bei Schweinen.
Dissertation Giessen |
| Bailey, G. B.
Hironaka, R.
Slens, S. B. | 1962 | Effects of the temperature of environment and the drinking water on the body temperature and water consumption of sheep
Canad. J. Animal Sci. 42, 1 S.1-8 |

- Berg, H. 1952 Einführung in die Bioklimatologie
Bouvier & Co. Verlag Bonn
- Blaxter, K. L. 1959 b Environmental temperature, energy
Chraham, C.W. metabolism and heat regulation in
Wainman, F.W. sheep
Armstrong, D.G. J. agric. Sci. 52, 25
- Bligh, J. 1959 The receptors concerned in the
thermal stimulus to panting in sheep
J. Physiol. 146, 142.
1963 The receptors concerned in the respi-
ratory response to humidity in sheep
at high ambient temperature
J. Physiol. 168/747
- Boguth, W. 1954 Papierelektrophoretische Serumunter-
suchungen bei Haussäugetieren
Zentralblatt für Veterinär-Medizin
Bd. 1, 168
- Böhlau, V. 1955 Prüfung der körperlichen Leistungs-
fähigkeiten
Georg Thieme Verlag, Leipzig
- Bosman, S. W. 1948 Climatological study on sheep in the
Karoo.
Animal Breeding Abstracts 16, 231
- Böttger, Th. 1926 Konstitution und rotes Blutbild
Zeits.f.Tierzüchtg.u.Tierzüchtungs-
biologie Bd.7, 383
- Brune, H. 1966 Persönliche Mitteilung
Stress und Vitaminwirkung
- Burker, K. 1922 Das Gesetz der Verteilung des Haemo-
globins auf die Oberfläche der Ery-
throzyten.
Pflüger Archiv 195, 516
- Büttner, K. 1938 Physikalische Bioklimatologie
Akademische Verlagsgesellschaft
Leipzig
- Croon, W. 1961 Chemisch-physikalische Beiträge zur
Elektrophorese
Dissertation Frankfurt a.M.

- | | | |
|--|------|--|
| de Rudder
Linke, F. | 1936 | Medizin.-meteorologische Statistik
(die medizinische Welt)
W. Mannstaedt & Co., Verlag - Berlin |
| Dale, H. E.
Bagsdale, A. C.
Cheng, C. S. | 1959 | Effect of constant environmental
temperatures, 50° and 80° F., on
appearance of puberty in beef calves
J. Animal Sci. 18, 1363 |
| Dietrich, H. H. | 1911 | Studien über Blutveränderungen bei
Schwangeren, Gebärenden und Wöchnerinnen
Archiv für Gynäkologie 94, 383 |
| Doney, J. M. | 1963 | The effects of exposure in Blackface
sheep with particular reference to
the role of the fleece
J. agric. Sci. 60, 267 |
| Emmrich, R. | 1957 | Das Bluteiweißbild
Ferdinand Enke Verlag - Stuttgart |
| Findlay, J. D. | 1957 | The respiratory activity of calves
subjected to thermal Stress
J. Physiol. 136, 300 |
| Flaschenträger, B. | 1951 | Physiologische Chemie Bd. I und II
Springer Verlag - Berlin . Göttingen
Heidelberg |
| Geinitz, W. | 1954 | Über Serumeiweiße von Tieren, die
häufig als Versuchstiere oder zur
Gewinnung von Heilseren dienen.
Klinische Wochenzeitschrift 47/48, 1108 |
| Gerhartz, H. | 1938 | Belastungsproben der Atmung
Abderhaldens Handbuch der biolo-
gischen Arbeitsmethoden
Abteilung V Organfunktionen Teil 9
Belastungsprüfung S. 1 |
| Goetze, R. | 1923 | Züchterisch-biologische Studien
über die Blutausrüstung der land-
wirtschaftlichen Haustiere,
Zeitschrift für Konstitutionslehre
9, 217 |
| Golf, A. | 1931 | Schafzucht |
| Zwanzig, F. | | Müller Jahrbuch für Tierzucht 278 |

- Graham, N. M. C. 1959 Environmental temperature, energy metabolism and heat regulation in sheep
Wainmann, F. W.
Blaxter, K. L. J. agric. Sci. 52, 13
Armstrong, D. G.
- Grassmann, W. 1952 Elektrophorese
Hannig, K. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie 290
- Grober, J. 1919 Untersuchungen über die Blutzusammensetzung im Wüstenklima
Münch-medizinische Wochenschrift 66, 1043
1936 Die Akklimatisation
Gustav Fischer Verlag - Jena
- Hafez, E. S. E. 1956 Heat-tolerance studies of fat-tailed sheep in the subtropics
Badreldin, A. L. J. agric. Sci. 47, 280
Sharafeldin, M. A.
- Hagedorn/Jensen 1955 Titrimetrische Bestimmung, Blutzucker in klinischer Chemie und Mikroskopie
- Heinmüller, W. 1930 Betrachtungen über die Konstitution des Rindes, sowie der Duerst'schen Rippenwinkel
Dissertation Giessen
- Herter, K. 1962 Der Temperatursinn der Tiere
Ziemser Verlag - Wittenberg
- Hess, E. A. 1963 Effect of low environmental temperatures on certain physiological responses of sheep
Canad. J. animal Sci. 43/1, 39
- Hogreve, Fr. 1962 Ein Beitrag zur Frage: Konstitution und Tierzucht
Tierärztliche Umschau 17/2, 46
- Hutchinson, J.C.D. 1961 Climate physiology of sheep
Wodzicka-Tomaszewska, M. Animal Breeding Abstracts 29, 1
Kleeberg, E. 1927 Das Blutbild des gesunden Schafes
Dissertation Halle

- | | | |
|---------------------------|------|--|
| Koch, W. | 1933 | Die Fruchtbarkeit der Haustiere
und ihre Beeinflussung durch die
Umwelt
Züchtungskunde 8/87 |
| Kolb, E. | 1962 | Lehrbuch der Physiologie der
Haustiere
Gustav Fischer Verlag - Jena |
| Krüger, H. | 1960 | Untersuchungen über Hauttemperatur
bei Ziege und Schaf
Dissertation München |
| Krüger, L.
Stephan, E. | 1960 | Grundlage der Bioklimatologie der
Haustiere
Zeitschrift für Tierzüchtung und
Züchtungsbiologie 74, 361 |
| | 1963 | Über Aufbau, Einrichtung und Betrieb
der Gießener Klimakammer für Großtiere
Zeitschrift für Tierzüchtung und
Züchtungsbiologie 78, 258 |
| | 1965 | Persönliche Mitteilung über
1. Die Temperatur und die Futteraufnahme
2. Die Temperatur und die
Aufzuchtergebnisse |
| Lee, D. H. K. | 1950 | Studies of heat regulation in the
sheep, with special reference of the
Merino
Aust. J. agric. Res. 1, 200 |
| Lehnartz, E. | 1949 | Einführung in die chemische Physiologie
Springer Verlag - Berlin . Göttingen .
Heidelberg |
| Leuchtenberger, F. | 1930 | Untersuchungen über die Alkalität
des Blutes an unseren Haustieren
Landwirtschaftliche Jahrbücher 70, 1 |
| Löwe, H. | 1938 | Abhängigkeit und Vererbung der
Fruchtbarkeit bei den großen land-
wirtschaftlichen Haustieren unter
besonderer Berücksichtigung des
Rindes
Habilitationsschrift Halle (Saale) |

- Macfarlane, W. V. 1956 Water economy of tropical Merino sheep
Morris, R. J. H.
Howard, B. Nature (London) 178, 304
- Macfarlane, W. V. 1958 Heat and water in the tropical Merino sheep
Morris, R. J. H. Aust. J. agric. Res. 9, 217
- Macfarlane, W. V. 1959 Extracellular fluid distribution in tropical Merino sheep
Aust. J. agric. Res. 10, 269
- Magnus, H. 1926 Das normale qualitative Blutbild bei Schafen
Archiv für wissenschaftl. und prakt. Tierheilkunde 54, 341
- Meyer, H. 1963 Über den Haematokritwert beim Schaf
Mh. Tierheilkunde 15/11, 306
- Miller, J. C. 1946 Body temperature and respiration rate, and their relation to adaptability in sheep
J. Anim. Sci. 5, 147
- Mothes, E. 1965 Wärme- und Wasserabgabe landwirtschaftlicher Nutztiere
Deutsche Zusammenfassung über die 4. Konferenz der tschechoslowakischen Bioklimatologie IV. BKB (BRNO)
- Moule, G. R. 1954 Observations on mortality amongst lambs in Queensland
Aust. vet. J. 30, 153
- Muecher, H. 1957 Psychische Wirkung des Wetters
Cantor Verlag - Aulendorf
- Murr 1933 Klima und Fortpflanzung bei den höheren Tieren
Z. f. Züchtg. Bd. 28, 649
- Oerum, H. P. T. 1906 Über die Einwirkung des Lichtes auf das Blut
Pflügers Archiv für die ges. Physiologie 114, 1
- Olbricht, K. 1923 Klima und Entwicklung
Gustav Fischer Verlag - Jena

- | | | |
|---------------------------------|------|---|
| Otto, E. | 1958 | Biometrie
Deutscher Bauern Verlag - Berlin |
| Pedersen, K. O. | 1945 | Ultracentrifugal studies on serum
and serumfractions
Almqvist und Wiksell Verlag -
Uppsala |
| Precht, H. | 1955 | Temperatur und Leben
Springer Verlag - Berlin . Göttingen
Heidelberg |
| Christophersen, T. | | |
| Hensel, H. | | |
| Priestley, C.H.B. | 1957 | The heat balance of sheep standing
in the sun
Aust. J. agric. Res. 8, 271 |
| Quartermain, A.R. | 1964 | Heat tolerance in southern Rhodesian
sheep fed on a maintenance diet.
J. agric. Sci. 62, 333 |
| Riek, R. F. and
Hardy, M. H. | 1950 | The effect of the dietary plane upon
the reactions of two breeds of sheep
during short exposures to hot
environments |
| Lee, D. H. K. | | |
| Cortex, H. | | Aust. J. agric. Res. 1, 217 |
| Riva, G. | 1957 | Das Serumeiweißbild
Huber Verlag - Bern . Stuttgart |
| Robinson, K. W. | 1947 | The effect of the nutritional plane
upon the reaction of animals to heat
J. Anim. Sci. 6, 182 |
| Lee, D. H. K. | | |
| Sakkal, M. A. | 1966 | Der Einfluß des Alters auf Atemzug-
zahl, Herzschlagzahl und Rektal-
temperatur bei einer Wärmebelastung
von Merinolandschafen
Züchtungskunde 38, 378 |
| Waßmuth, R. | | |
| Stephan, E. | | |
| Scheuermann, B. | 1913 | Klinische Untersuchungen über den
Hb-Gehalt des Blutes der Wiederkäuer
Dissertation Gießen |
| Schäfer, H. | 1961 | Einige Beobachtungen zur Verhaltens-
weise von Steppenschafen
Gießener Schriftenreihe Tierzucht
und Hausgenetik, Bd./1, 44
Paul Parey Verlag - Hamburg . Berlin |

- Schäfer, H. 1961 Einige Beobachtungen zur Verhaltensweise von Steppenschafen
Gießener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik, Bd./1, 44
Paul Paray Verlag - Hamburg, Berlin
- 1966 Persönliche Mitteilungen
- Schley, P. 1965 Sowjetische bioklimatische Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Tierzucht und Tierhaltung von 1945 - 1963
Dissertation Gießen
- Schmid, G. 1953 Elektrische Leitfähigkeit
Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse
Springer Verlag - Berlin. Göttingen Heidelberg
- Scholander, P. F. 1950 Heat regulation in some arctic and tropical mammals and birds
Hock, R., Walter, v. Biol. Bull. (Woods Hole), 99: 237
Johnson, F.
Irving, L.
- Scholander, P. F. 1950b Body insulation of some arctic and tropical mammals and birds.
Walters, v., Hock, R. Biol. Bull. (Woods Hole), 99: 225
Irving, L.
- Schröder, D. M. 1964 Über den kolloidosmotischen Druck des Blutserums als Hilfsmittel bei der Feststellung der Reaktionsfähigkeit von Rindern
Dissertation Gießen
- Selye, H. 1937 Studies on adaptation
Endocrinology 21, 169
- 1953 Einführung in die Lehre vom Adaptationssyndrom
Verlag Thieme, Stuttgart
- 1957 Stress beherrscht unser Leben
Verlag Econ, Düsseldorf
- Staffe, A. 1948 Haustier und Umwelt
Paul Haupt Verlag - Bern
- Stahl, W. 1955 Vom Blutbild der landwirtschaftlichen Nutztiere

- | | | |
|-------------------|------|--|
| Stephan, E. | 1965 | <p>Untersuchungen über den Einfluß der hohen Temperatur auf die Milchkühe</p> <p>4. Konferenz der tschechoslowakischen Bioklimatologie</p> <p>IV. BKB (BRNO)</p> |
| Symington, R. B. | 1959 | <p>Light regulation of coat shedding in an tropical breed of hair sheep</p> <p>Nature (London) 184, 1076</p> |
| | 1960 | <p>Studies of the adaptability of three breeds of sheep to a tropical environment modified by altitude</p> <p>J. agric. Sci. 55, 287/295/303</p> |
| | | <ol style="list-style-type: none"> 1. The annual fluctuation in body temperature and body temperature increase between 6,30 a.m. and 13,30 p.m. 55, 287 2. Responses in body, skin and coat temperature, cardio-respiratory frequencies and rate of moisture secretion of ewes to the diurnal fluctuation in ambient temperature during the hottest part the year 55, 295 3. The response of mature and young rams to a thermal burden induced by exercise 55/303 |
| Triebe1, A. | 1921 | <p>Blutuntersuchungen bei gesunden und kranken Schafen</p> <p>Dissertation Leipzig</p> |
| Van Gelder, R. H. | 1927 | <p>Blutbeschaffenheit und Körperbau bei Hochgebirgs- und Niederungsvieh</p> <p>Dissertation Amsterdam</p> |
| Walker, C. A. | 1958 | <p>The relation between the changes in the Haemoglobin index with age and the development of the heat toleration coefficient</p> <p>J. agric. Sci. 51, 119</p> |
| Weber, E. | 1956 | <p>Grundriss der biologischen Statistik</p> <p>Gustav Fischer Verlag - Jena</p> |
| Wietholtz, E. L. | 1930 | <p>Konstitution und Leistung</p> <p>Dissertation Gießen</p> |

- | | | |
|------------------|-------|---|
| Williams, C. M. | 1964 | Effects of low fluctuating temperatures of fawn animals |
| Bell, J. M. | | Can. J. anim. Sci. 44/1, 114 |
| Whitlock, J. H. | 1963 | The influence of heredity and environment on maximum haematocrit values in sheep |
| | | Cornell Veterinarian 53, Nr. 4 S. 534 |
| Wodzicka, M. | 1960b | Seasonal variations in wool growth and heat tolerance of sheep |
| | | Aust. J. agric. Res. 11, 85 |
| | 1958 | Effect of shearing |
| | | Newzealand J. agric. Res. 1, 601 |
| Wuhrmann, F. | 1945 | Elektrophorese-Untersuchungen beim Plasmocytom und ihre klinische Bedeutung |
| Wunderly, Ch. | | med. Wo.-schr. 75, 234 Schweiz |
| Wunderly, Ch. | 1954 | Die Papirelektrophorese. Methoden und Ergebnisse |
| | | H. R. Sauerländer & C.-Verlag Aarau, Frankfurt/Main |
| Yeates, N. T. M. | 1958 | Foetal Dwarfism in sheep - an effect of high atmospheric temperature during Gestation |
| | | J. agric. Sci. 51, 84 |

Außerdem wurden folgende Schriften benutzt:

- 1) Der Einfluß des Klimas auf die Tiere und die tierischen Leistungen:
Bericht über die 4. Studientagung der EVT, Lucerne, Sep. - Okt. 1954
- 2) Die Zusammenfassungen I und II in deutscher Sprache über die:
4. Konferenz der tschechoslowakischen Bioklimatologie IV. BKB 1965 (BRNO)
- 3) Documenta Geigy
wissenschaftliche Tabellen 6. Auflage 1960

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor
Dr. Dr. h. c. L. K r ü g e r für die
Überlassung des Themas und für die Unter-
stützung bei der Durchführung der Arbeit.

Ebenso bin ich Herrn Privatdozent Dr. R.
W a B m u t h für die wertvollen Auswer-
tungs-Vorschläge dankbar.

Nicht zuletzt möchte ich Herrn G.
K o h l h e p p danken, der mir in freund-
licher Weise seine Herde zur Verfügung
stellte

Lebenslauf

Am 1. Februar 1934 wurde ich als Sohn des Buchhalters Abdelkader Sakkal und seiner Ehefrau Adawiġa, geborene Sakkal, in Aleppo/Syrien geboren.

Ich besuchte die Volksschule in Aleppo bis zum Jahre 1948.

Dann besuchte ich dort das Gymnasium, wo ich die mittlere Reife im Jahre 1952 und das Abitur in der Richtung Naturwissenschaft im Jahre 1955 erlangt habe.

Nach 2 Jahren Studium-Unterbrechung kam ich im Frühjahr 1958 nach Heidelberg, um Medizin zu studieren.

Im Herbst 1959 und nach zweisemestrigem Medizinstudium wechselte ich zum Studium der Landwirtschaft und studierte an der landwirtschaftlichen Hochschule in Hohenheim/Stuttgart.

Zum Ende des Wintersemesters 1964 erhielt ich das Diplom.

Seit 18. Juni 1964 bin ich als Doktorand am Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus Liebig-Universität Gießen tätig.

